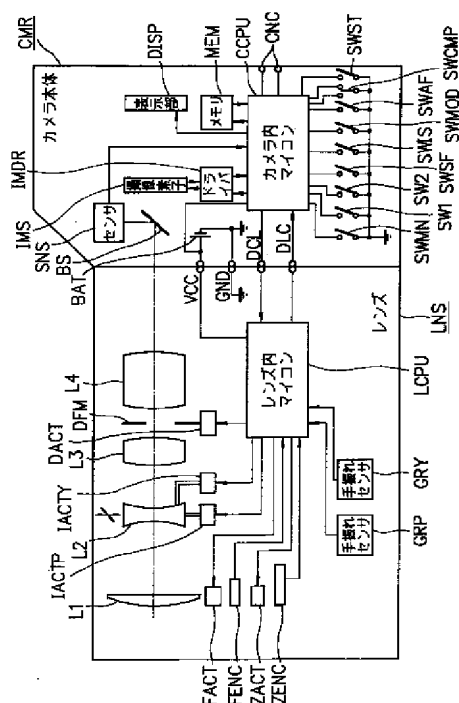


(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成10年(1998)7月21日

審査請求 未請求 請求項の数40 O.L (全 41 頁)

(74)代理人 弁理士 國分 孝悦



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被写体像を形成する撮像光学手段と、
上記被写体像を光電変換する撮像手段と、
上記撮像光学手段の一部を成すと共に上記被写体像をその結像平面内で移動させる可動光学手段と、
上記撮像手段による複数回の撮像により得られた複数組の画像から1組の高精細画像を得る画素ずらし制御のための画素ずらし信号発生手段と、
上記撮像光学手段に生じた振れを検知し出力する振れ検知手段と、
上記画素ずらし信号を第1信号に変換する第1係数発生手段と、
上記振れ検知信号を第2信号に変換する第2係数発生手段と、
上記第1信号及び第2信号を合成する合成手段と、
上記合成手段の出力に基づいて上記可動光学手段を制御する像移動制御手段とを設けたことを特徴とする撮像装置。

【請求項2】 上記撮像光学手段はズーム光学系又はフォーカシング光学系と、上記ズーム光学系又は上記フォーカシング光学系の状態を検知する光学状態検知手段とを有し、上記光学状態検知手段の検知結果に基づいて上記第1係数及び第2係数の少なくとも一方を切り替えることを特徴とする請求項1記載の撮像装置。

【請求項3】 被写体像を形成する撮像光学手段と、
上記被写体像を光電変換する撮像手段と、
上記被写体像と撮像手段との相対位置をその結像平面内で変化させる像移動手段と、
上記像移動手段を移動させながら上記撮像手段で複数組の画像を得る画素ずらし手段と、
上記画素ずらし手段で得られた複数組の画像を合成して1組の高精細画像を得る画像合成手段と、
上記画像合成手段で得られた画像信号を外部に出力する出力手段とを設けたことを特徴とする撮像装置。

【請求項4】 被写体像を形成する撮像光学手段と、
上記被写体像を光電変換する撮像手段と、
上記被写体像と撮像手段との相対位置をその結像平面内で変化させる像移動手段と、
上記像移動手段を移動させながら上記撮像手段で複数組の画像を得る画素ずらし手段と、
撮像条件を判定する判定手段と、
上記判定手段の判定結果に基づいて上記画素ずらし手段の動作を切り替える切り替え手段とを設けたことを特徴とする撮像装置。

【請求項5】 上記判定手段は、上記撮像光学手段に生じた振れによる像振れを検知する像振れ検知手段を有し、上記切り替え手段は、上記像振れ検知手段の検知結果に基づいて上記画素ずらし手段の動作を切り替えることを特徴とする請求項4記載の撮像装置。

【請求項6】 上記判定手段は、上記撮像手段の撮像条

件を設定する撮像条件設定手段を有し、上記切り替え手段は、上記撮像条件設定手段の設定結果に基づいて上記画素ずらし手段の動作を切り替えることを特徴とする請求項4記載の撮像装置。

【請求項7】 上記撮像条件設定手段は、絞り値及び露光秒時の組み合わせを決定する露出制御条件設定手段であることを特徴とする請求項6記載の撮像装置。

【請求項8】 上記切り替え手段は、第1の所定回数の画素ずらしを行う第1の画素ずらしモードと、上記第1の所定回数とは異なる第2の所定回数の画素ずらしを行う第2の画素ずらしモードとに切り替えることを特徴とする請求項4記載の撮像装置。

【請求項9】 上記切り替え手段は画素ずらしを行うか否かを切り替えることを特徴とする請求項4記載の撮像装置。

【請求項10】 被写体像を形成する撮像光学手段と、
上記被写体像を光電変換する撮像手段と、
上記撮像光学手段の一部を成すと共に上記被写体像をその結像平面内で移動させる可動光学手段と、
上記撮像手段で得られた複数組の画像から像の動きベクトルを検出する動きベクトル検知手段と、
上記撮像光学手段に生じた振れを検知し振れ検知信号を出力する振れ検知手段と、
上記検知された動きベクトルを第1信号に変換する第1係数発生手段と、
上記振れ検知信号を第2信号に変換する第2係数発生手段と、
上記第1信号及び第2信号を合成する合成手段と、
上記合成手段の出力に基づいて上記可動光学手段を制御する像移動制御手段とを設けたことを特徴とする撮像装置。

【請求項11】 上記撮像光学手段は、ズーム光学系或いはフォーカシング光学系と、上記ズーム光学系又はフォーカシング光学系の状態を検知する光学状態検知手段とを有し、上記光学状態検知手段の検知結果に基づいて上記第1係数及び第2係数の少なくとも一方を切り替えることを特徴とする請求項10記載の撮像装置。

【請求項12】 被写体像を形成する撮像光学手段と、
上記被写体像を光電変換する撮像手段と、
上記被写体像と撮像手段との相対位置をその結像平面内で変化させる像移動手段と、
上記像移動手段を移動させながら上記撮像手段で複数組の画像を得る画素ずらし手段と、
上記被写体像を複数の領域に分割して測光する測光手段と、
上記測光手段の測光結果に基づいて上記複数組間の画像の露光量を調節する露光レベル調節手段とを設けたことを特徴とする撮像装置。

【請求項13】 上記測光手段は主被写体を類推する主被写体認識手段を有し、上記露光レベル調節手段は、上

記主被写体認識手段の認識結果に基づいて上記複数組間の画像の露光量を調節することを特徴とする請求項12記載の撮像装置。

【請求項14】 上記露光レベル調節手段は、主被写体が適正となる露光レベルの画像組が、主被写体以外の領域が適正となる露光レベルの画像組よりも多くなるように、上記複数組間の画像の露光レベルを調節することを特徴とする請求項12記載の撮像装置。

【請求項15】 撮像条件を判定する判定手段を設け、上記判定手段の判定結果に基づいて上記露光レベル調節手段の動作を制御することを特徴とする請求項12記載の撮像装置。

【請求項16】 上記判定手段は、上記撮像光学手段に生じた振れによる像振れを検知する像振れ検知手段を有し、上記像振れ検知手段の検知結果に基づいて上記露光レベル調節手段の動作を制御することを特徴とする請求項15記載の撮像装置。

【請求項17】 上記判定手段は、上記撮像手段の撮像条件を設定する撮像条件設定手段を有し、上記撮像条件設定手段の設定結果に基づいて上記露光レベル調節手段の動作を制御することを特徴とする請求項15記載の撮像装置。

【請求項18】 被写体像を形成する撮像光学手段と、上記被写体像を光電変換する撮像手段と、所定の露光量で露光し取得した上記被写体像の複数組の画像信号を記憶する複数画像取得手段と、上記被写体像を複数の領域に分割して測光する測光手段と、上記測光手段の測光結果に基づいて上記複数組間の画像の露光量を調節する露光レベル調節手段とを設けたことを特徴とする撮像装置。

【請求項19】 上記測光手段は、主被写体を類推する主被写体認識手段を有し、上記露光レベル調節手段は、上記主被写体認識手段の認識結果に基づいて上記複数組間の画像の露光量を調節することを特徴とする請求項18記載の撮像装置。

【請求項20】 上記露光レベル調節手段は、主被写体が適正となる露光レベルの画像組が、主被写体以外の領域が適正となる露光レベルの画像組よりも多くなるように、上記複数組間の画像の露光レベルを調節することを特徴とする請求項18記載の撮像装置。

【請求項21】 撮像条件を判定する判定手段を設け、上記判定手段の判定結果に基づいて上記複数画像取得手段又は上記露光レベル調節手段の動作を制御することを特徴とする請求項18記載の撮像装置。

【請求項22】 上記判定手段は、上記撮像光学手段に生じた振れによる像振れを検知する像振れ検知手段を有し、上記像振れ検知手段の検知結果に基づいて上記複数画像取得手段又は上記露光レベル調節手段の動作を制御することを特徴とする請求項21記載の撮像装置。

【請求項23】 上記判定手段は、上記撮像手段の撮像条件を設定する撮像条件設定手段を有し、上記撮像条件設定手段の設定結果に基づいて上記複数画像取得手段又は上記露光レベル調節手段の動作を制御することを特徴とする請求項21記載の撮像装置。

【請求項24】 被写体像を形成する撮像光学手段と、上記被写体像を光電変換する撮像手段と、上記被写体像と撮像手段との相対位置をその結像平面内で変化させる像移動手段と、上記像移動手段を移動させながら上記撮像手段で複数組の画像を得る画素ずらし手段と、上記複数組の画像を合成して高精細画像を得る画像合成手段と、上記複数組の画像間に生じた像振れを検出する像振れ検出手段と、上記像振れ検出手段の検出結果に基づいて上記画像合成手段の動作を制御する制御手段とを設けたことを特徴とする撮像装置。

【請求項25】 上記像振れ検出手段は、上記複数組の画像のうち、基準となる第1の画像と、上記第1の画像に対して画素ずらし操作を行った第2の画像との相対的な像振れを検出することを特徴とする請求項24記載の撮像装置。

【請求項26】 上記像振れ検出手段は、上記複数組の画像のうち、基準となる第1の画像と、上記第1の画像に対して画素ずらし操作を行わない第3の画像との相対的な像振れを検出することを特徴とする請求項24記載の撮像装置。

【請求項27】 上記制御手段は、上記像振れが所定値より大きい時は画像合成を禁止することを特徴とする請求項24記載の撮像装置。

【請求項28】 上記画像合成手段は、複数の画像合成モードを有し、上記制御手段は、上記像振れの大きさの判定結果に基づいて上記画像合成モードを選択することを特徴とする請求項24記載の撮像装置。

【請求項29】 上記制御手段により制御される表示手段を設けたことを特徴とする請求項24記載の撮像装置。

【請求項30】 被写体像を形成する撮像光学手段と、上記撮像光学手段に生じた振れによる上記被写体像の振れを光学的又は機械的に補正する手振れ補正手段と、上記被写体像を光電変換する撮像手段と、上記被写体像と撮像手段との相対位置をその結像平面内で変化させる像移動手段と、上記像移動手段を移動させながら上記撮像手段で複数組の画像を得る画素ずらし手段と、上記複数組の画像を合成して高精細画像を得る画像合成手段と、上記複数組の画像間に生じた像振れを検出する像振れ検出手段と、

上記像振れ検出手段の検出結果に基づいて上記画像合成手段の動作を制御する制御手段とを設けたことを特徴とする撮像装置。

【請求項31】 上記画像合成手段は、上記像振れ検出手段の検出結果に基づいて上記複数の画像の相対位置を変更してから合成することを特徴とする請求項30記載の撮像装置。

【請求項32】 被写体像を形成する撮像光学手段と、上記撮像光学手段に生じた振れによる上記被写体像の振れを光学的又は機械的に補正する手振れ補正手段と、上記被写体像を光電変換する撮像手段と、所定時間間隔で複数組の画像を得る複数画像取得手段と、上記複数組の画像を合成して1組の画像を得る画像合成手段と、上記複数組の画像間の相対関係を検出する相対関係検出手段と、上記相対関係検出手段の検出結果に基づいて上記画像合成手段の動作を制御する制御手段とを設けたことを特徴とする撮像装置。

【請求項33】 上記相対関係検出手段は、上記複数組の画像間の相対的な像振れを検出する像振れ検出手段であることを特徴とする請求項32記載の撮像装置。

【請求項34】 上記相対関係検出手段は、上記複数組の画像間の一致度を検出する相関度検出手段であることを特徴とする請求項32記載の撮像装置。

【請求項35】 被写体像を形成する撮像光学手段と、上記被写体像を光電変換する撮像手段と、所定時間間隔で複数組の画像を得る複数画像取得手段と、上記複数組の画像を合成して1組の画像を得る画像合成手段と、上記複数組の画像間の相対関係を検出する相対関係検出手段と、上記画像を表示する表示手段と、上記相対関係検出手段の検出結果に基づいて上記表示手段の動作を制御する表示制御手段とを設けたことを特徴とする撮像装置。

【請求項36】 上記相対関係検出手段は、上記複数組の画像間の相対的な像振れ量を検出する像振れ検出手段であることを特徴とする請求項35記載の撮像装置。

【請求項37】 上記相対関係検出手段は、上記複数組の画像間の一致度を検出する相関度検出手段であることを特徴とする請求項35記載の撮像装置。

【請求項38】 複数組の画像を合成して1組の画像を得る画像合成制御部を複数種類有する画像合成手段と、上記複数組の画像間の相対関係を検出する相対関係検出手段と、上記相対関係検出手段の検出結果に基づいて上記複数種類の画像合成制御部のうち所定の画像合成制御部を選択

する選択手段とを設けたことを特徴とする画像合成装置。

【請求項39】 上記相対関係検出手段は、上記複数組の画像間の相対的な像振れ量を検出する像振れ検出手段であることを特徴とする請求項38記載の画像合成装置。

【請求項40】 上記相対関係検出手段は、上記複数組の画像間の一致度を検出する相関度検出手段であることを特徴とする請求項38記載の画像合成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、結像光学系により形成された被写体像と、該像を光電変換する撮像素子との相対位置を微小変化させて、高精細な画像を得る様に構成された撮像装置、手振れ補正機能を備えた撮像装置及び上記撮像装置で得られる画像を合成する画像合成装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】銀塩フィルムを用いたカメラに対し、CCD等の固体撮像素子を用いた、いわゆる電子スチルカメラが既に商品化されている。この電子スチルカメラは即時性の点で銀塩カメラに優るものの、撮像素子の解像度及びダイナミックレンジの能力の点で銀塩カメラより劣っている。

【0003】そこで上記第1の欠点である解像度の能力不足を改善するため、従来より、結像光学系により形成された被写体像と、この被写体像を光電変換する撮像素子との相対位置を微小変化させながら複数回の撮影を行って複数組の画像信号を得、この複数組の画像信号を所定の方法で合成することにより高精細な画像を得る、いわゆる画素ずらし技術を用いた撮像装置が既に提案されている。この画素ずらしの先行技術文献としては、例えば以下に示すような特許公開公報がある。

【0004】特開昭60-27278号公報では、撮影光学系前方の楔形プリズムを光軸回りに回転させて、撮像素子上の光学像を平行偏心させ、出力画像を合成して高精細画像を得ている。特開昭60-91774号公報では、変倍系とマスター系で構成された撮影光学系において、マスター系の一部のレンズを光軸に対して垂直方向にシフトさせ、撮像素子上の光学像を平行偏心させて、出力画像を合成し高精細画像を得ている。特開昭61-236282号公報では、撮像素子前方の平行平面透明体を光軸と直交する軸回りに回転させて、撮像素子上の光学像を平行偏心させ、出力画像を合成して高精細画像を得ている。特開平7-287268号公報では、撮影光学系前方の可変頂角プリズムを手振れ信号と画素ずらし信号に基づいて駆動し、撮像素子上の光学像を平行偏心させて、手振れによる像振れの解消と画素ずらしによる画像の高精細化を同時に達成している。

【0005】しかしながらこのような画素ずらし技術

は、スチルカメラの多重露光と同様に、最初の画像信号と最後の画像信号の取得時刻の間隔が長くなり、その間に手振れが生ずると画質低下を来とし、画素ずらしによる高精細化が望めない。そこでこの欠点を解消するための先行技術文献としては、例えば以下に示すような特許公開公報がある。

【0006】特開平7-240932号公報では、撮影光学系前方の可変頂角プリズム或いは撮影光学系後方の移動レンズ群により、手振れによる像振れの解消と画素ずらしによる画像の高精細化を同時に達成している。また、前記特開平7-287268号公報でも、撮影光学系の焦点距離が所定値以上の時は画素ずらし駆動精度が低下するため、画素ずらし制御を禁止する旨の開示がなされている。

【0007】また、前記第2の欠点であるダイナミックレンジの能力不足を改善するための先行技術文献として以下に示すような特許公開公報がある。特開平1-319370号公報では、1組の撮像素子に対して露光量が異なるように複数回の露光を行い、この操作によって得た画像を合成し、広ダイナミックレンジ画像を得ている。特開平7-264488号公報では、感度特性の異なる複数組の撮像素子で得た画像信号を合成し、広ダイナミックレンジ画像を得ている。

【0008】さらに、前記第1及び第2の欠点を同時に解消する先行技術として、特開平8-37628号公報では、画素ずらしのための複数の画像のうち少なくとも1組の画像は、他の画像に対して露光量を変えて得ることにより、高精細かつ広ダイナミックレンジ画像を得ている。

【0009】一方、撮像素子を有する撮像装置では、撮像素子の時系列的出力から画像の動きベクトルを求め、撮影に先立って画像振れを判断することが可能である。そこでこの分野の先行技術として、特開平2-57078号公報においては、画像の動きベクトルを連続的に検出し、該動きベクトルが最小になった時点での画像を最終的な記録画像とすることにより、露光中の手振れの影響を抑える旨の開示がある。また特開平8-172568号公報では、画素ずらし用の複数の画像間の動きベクトルを求め、手振れや被写体振れによる像振れ成分を補間によって取り除いてから画像合成を行い、画像の高精細化を図る開示がなされている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら前記各公報に開示された従来例では以下のような欠点があった。特開昭60-27278号、特開昭60-91774号、特開昭61-236282号の各公報では、手振れ補正機構を有していないため、手振れによる像振れが大きな撮影条件下では高精細な画像を得ることができない。これは、画素ずらし用に複数組の画像を得る操作が多重露光と同様の操作であるため、第1組目の画像取り

込みから最終組の画像取り込みまでの時間が通常撮影の露光時間に比べてはるかに長くなり、その結果、手振れの影響をより強く受けるためである。

【0011】特開平7-287268号公報では、手振れ補正及び画素ずらし用の光束偏向手段である可変頂角プリズムが撮影光学系前方にあるため、手振れ信号を可変頂角プリズムの駆動量に変換する係数（手振れ補正係数）はズーミングによって変動しない。従ってズーミングに際しては、画素ずらし信号を可変頂角プリズムの駆動量に変換する係数（画素ずらし補正係数）のみを変えればよかった。しかし撮影光学系の小型化を図るために光束偏向手段を撮影光学系内に設けると、ズーミングに際して手振れ信号と画素ずらし信号の両方をそれぞれ固有の係数で変換し、光束偏向手段を駆動しなければならないが、この公報にはこのような開示がない。

【0012】また、この公報では、画素ずらし機構を、動画を記録するビデオカメラ（カムコーダ）に適用しているため、画像の取り込みサイクルは動画のフィールド周波数で決まり、一定である。しかし画素ずらし機構を、静止画を記録するいわゆる電子スチルカメラに適用すると、画像取り込みサイクルを撮像素子の電荷蓄積時間（すなわち被写体輝度）に応じて変化可能な撮像素子を使用した方が、広範な輝度範囲の被写体に対応できる。しかしこの場合、画像取り込みサイクルが伸びると手振れの影響がより強く表れるため、画素ずらし動作を撮影条件に応じてきめこまかく制御する必要がある。しかしこの公報には、撮影光学系の焦点距離に応じて画素ずらし動作を変える記載しかない。さらにダイナミックレンジの拡大に関する記載がない。

【0013】特開平7-240932号公報では、手振れ補正の精度が足りなかったり手振れ補正が失敗した場合にも画素ずらしを実行するため、高精細画像が得られないばかりか、画素ずらし制御を行わないオリジナル画像よりも低画質の画像が得られてしまう場合がある。特開平7-287268号公報では、所定の画素ずらし精度が得られないと予想される条件下では画素ずらしを禁止しているが、実際の手振れの影響を基に判断しているのではない。従って上記公報と同様に、大きな手振れが発生した場合には、オリジナル画像よりも低画質の画像が得られてしまう可能性がある。

【0014】特開昭60-91774号公報では、画像の高精細化のみが可能で、ダイナミックレンジ拡大の記載はない。特開平1-319370号、特開平7-264488号の各公報では、ダイナミックレンジの拡大のみが可能で、高精細化の記載がない。

【0015】一方、特開平8-37628号公報では、画像の高精細化とダイナミックレンジ拡大の記載はあるものの、ダイナミックレンジ拡大のために得る複数組の画像に対する露光量決定法の詳しい記載がない。従って世の中に存在するさまざまな輝度分布を有した被写体シ

ーンに、きめ細かく対応する事ができない。また、画素ずらし操作は多重露光と同じく、撮像素子に対する見かけ上の露光（蓄積）時間が伸びるため、手振れ対策も必要になるが、この公報にはその記載がない。

【0016】特開平2-57078号公報では、画素ずらしの記載が無いため、通常の撮影画像に対する手振れの影響を低減するという効果のみで、画素ずらしによる画像の高精細化は望めない。また画素ずらしによる画像の高精細化を行う際は、画素ずらし量を撮像素子の画素間隔に基づいた所定量に制御する必要がある。しかしながら特開平8-172568号公報では、可変頂角プリズム等を用いた光学的手振れ補正手段がないため、画素ずらし中の手振れによる像振れが大きくかつランダムに生じる。従って、上記所定量の画素ずらしが実行される保証はなく、補間による像振れ補正を行っても高精細画像が得られる可能性は低い。また所望の高精細画像が得られない場合の警告や、改善の策の選択等の開示もない。

【0017】そこで、本発明における第1の発明の目的は、撮像光学系の構成や振れ補正光学系の構成に拘わらず、手振れ補正制御と画素ずらし制御を同時にかつ高精度に行う撮像装置を提供することである。第2の発明の目的は、撮像光学系の光学状態がズーミング或いはフォーカシングによって変化しても、常に手振れ補正制御と画素ずらし制御を同時にかつ高精度に行う撮像装置を提供することである。第3の発明の目的は、撮像装置単体で画素ずらし制御による高精細画像を得る撮像装置を提供することである。第4の発明の目的は、撮像条件に応じて最適な画素ずらし制御を行う撮像装置を提供することである。第5の発明の目的は、撮像時の像振れに応じて最適な画素ずらし制御を行う撮像装置を提供することである。

【0018】第6の発明の目的は、設定された撮像条件に応じて最適な画素ずらし制御を行う撮像装置を提供することである。第7の発明の目的は、設定された露出制御条件に応じて最適な画素ずらし制御を行う撮像装置を提供することである。第8の発明の目的は、撮像条件に応じて最適な画素ずらし回数を選択する撮像装置を提供することである。第9の発明の目的は、撮像条件に応じて画素ずらしの実行可否を選択する撮像装置を提供することである。第10の発明の目的は、広帯域の手振れ補正装置を有した撮像装置を提供することである。第11の発明の目的は、撮像光学系の光学状態がズーミング或いはフォーカシングによって変化しても、手振れ補正能力が低下しない撮像装置を提供することである。

【0019】第12の発明の目的は、高精細かつ広ダイナミックレンジの画像を得る撮像装置を提供することである。第13の発明の目的は、画素ずらしを行いながら主被写体及び従被写体のいずれに対しても適正な露光を与え、高精細かつ広ダイナミックレンジの画像を得る撮

像装置を提供することである。第14の発明の目的は、主被写体がより高精細になる画像を得る撮像装置を提供することである。第15の発明の目的は、撮像条件に応じて最適な画素ずらしと露光レベル調節制御を行う撮像装置を提供することである。第16の発明の目的は、撮像時の像振れに応じて最適な画素ずらしと露光レベル調節制御を行う撮像装置を提供することである。第17の発明の目的は、設定された撮像条件に応じて最適な画素ずらしと露光レベル調節制御を行う撮像装置を提供することである。

【0020】第18の発明の目的は、被写体の輝度分布に応じた広ダイナミックレンジの画像を得る撮像装置を提供することである。第19の発明の目的は、主被写体及び従被写体のいずれに対しても適正な露光を与え、広ダイナミックレンジの画像を得る撮像装置を提供することである。第20の発明の目的は、主被写体がより高精細になる画像を得る撮像装置を提供することである。第21の発明の目的は、撮像条件に応じて最適な露光レベル調節制御を行う撮像装置を提供することである。第22の発明の目的は、撮像時の像振れに応じて最適な露光レベル調節制御を行う撮像装置を提供することである。第23の発明の目的は、設定された撮像条件に応じて最適な露光レベル調節制御を行う撮像装置を提供することである。

【0021】第24の発明の目的は、画素ずらし制御の際に手振れの影響を排除し、高精細画像を得る撮像装置を提供することである。第25の発明の目的は、画素ずらし実行過程での像振れを正確に検出し、画素ずらしの際の手振れによる画質低下を防止する撮像装置を提供することである。第26の発明の目的は、画素ずらし実行完了時の像振れを正確に検出し、画素ずらしの際の手振れによる画質低下を防止する撮像装置を提供することである。第27の発明の目的は、大きな手振れが生じた時に、画素ずらし制御によって画質がかえって低下してしまうのを防止する撮像装置を提供することである。第28の発明の目的は、手振れが生じてもその影響を最小限に抑え、画素ずらしによって高精細画像が得られる撮像装置を提供することである。第29の発明の目的は、画素ずらし制御の状況を撮影者に報知し、撮影者の撮影意図に合った画像が得られる撮像装置を提供することである。

【0022】第30の発明の目的は、画素ずらし制御の際に手振れの影響を光学的かつ画像処理的に排除し、高精細画像を得る撮像装置を提供することである。第31の発明の目的は、大きな手振れが生じても、画素ずらしによる高精細画像が得られる撮像装置を提供することである。第32の発明の目的は、異なる時刻に取得された複数画像を合成して高品質の画像を得る際、誤った画像合成による画質低下を排除し、高品質画像が得られる撮像装置を提供することである。第33の発明の目的は、

異なる時刻に取得された複数画像を合成して高品質の画像を得る際、像振れによる画質低下を排除し、高品質画像が得られる撮像装置を提供することである。第34の発明の目的は、異なる時刻に取得された複数画像を合成して高品質の画像を得る際、信頼性の低い画像の合成による画質低下を排除し、高品質画像が得られる撮像装置を提供することである。第35の発明の目的は、異なる時刻に取得された複数画像を合成して高品質の画像を得る際、所定の画像合成が可能か否かを撮影者に報知し、撮影者の撮影意図に合った画像が得られる撮像装置を提供することである。

【0023】第36の発明の目的は、異なる時刻に取得された複数画像を合成して高品質の画像を得る際、像振れによる画質低下が発生するか否かを撮影者に報知し、撮影者の撮影意図に合った画像が得られる撮像装置を提供することである。第37の発明の目的は、異なる時刻に取得された複数画像を合成して高品質の画像を得る際、信頼性の低い画像の合成による画質低下が発生するか否かを撮影者に報知し、撮影者の撮影意図に合った画像が得られる撮像装置を提供することである。第38の発明の目的は、複数画像を合成して高品質の画像を得る際、誤った画像合成による画質低下を排除し、高品質画像が得られる画像合成装置を提供することである。第39の発明の目的は、複数画像を合成して高品質の画像を得る際、像振れによる画質低下を排除し、高品質画像が得られる画像合成装置を提供することである。第40の発明の目的は、複数画像を合成して高品質の画像を得る際、信頼性の低い画像の合成による画質低下を排除し、高品質画像が得られる画像合成装置を提供することである。

【0024】

【課題を解決するための手段】第1の発明においては、被写体像を形成する撮像光学手段と、上記被写体像を光電変換する撮像手段と、上記撮像光学手段の一部を成すと共に上記被写体像をその結像平面内で移動させる可動光学手段と、上記撮像手段による複数回の撮像により得られた複数組の画像から1組の高精細画像を得る画素ずらし制御のための画素ずらし信号発生手段と、上記撮像光学手段に生じた振れを検知し出力する振れ検知手段と、上記画素ずらし信号を第1信号に変換する第1係数発生手段と、上記振れ検知信号を第2信号に変換する第2係数発生手段と、上記第1信号及び第2信号を合成する合成手段と、上記合成手段の出力に基づいて上記可動光学手段を制御する像移動制御手段とを設けている。

【0025】第2の発明においては、上記撮像光学手段はズーム光学系又はフォーカシング光学系と、上記ズーム光学系又は上記フォーカシング光学系の状態を検知する光学状態検知手段とを有し、上記光学状態検知手段の検知結果に基づいて上記第1係数及び第2係数の少くとも一方を切り替えるようにしている。

【0026】第3の発明においては、被写体像を形成する撮像光学手段と、上記被写体像を光電変換する撮像手段と、上記被写体像と撮像手段との相対位置をその結像平面内で変化させる像移動手段と、上記像移動手段を移動させながら上記撮像手段で複数組の画像を得る画素ずらし手段と、上記画素ずらし手段で得られた複数組の画像を合成して1組の高精細画像を得る画像合成手段と、上記画像合成手段で得られた画像信号を外部に出力する出力手段とを設けている。第4の発明においては、被写体像を形成する撮像光学手段と、上記被写体像を光電変換する撮像手段と、上記被写体像と撮像手段との相対位置をその結像平面内で変化させる像移動手段と、上記像移動手段を移動させながら上記撮像手段で複数組の画像を得る画素ずらし手段と、撮像条件を判定する判定手段と、上記判定手段の判定結果に基づいて上記画素ずらし手段の動作を切り替える切り替え手段とを設けている。

【0027】第5の発明においては、上記判定手段は、上記撮像光学手段に生じた振れによる像振れを検知する像振れ検知手段を有し、上記切り替え手段は、上記像振れ検知手段の検知結果に基づいて上記画素ずらし手段の動作を切り替えるようにしている。第6の発明においては、上記判定手段は、上記撮像手段の撮像条件を設定する撮像条件設定手段を有し、上記切り替え手段は、上記条件設定手段の設定結果に基づいて上記画素ずらし手段の動作を切り替えるようにしている。第7の発明においては、上記撮像条件設定手段は、絞り値及び露光秒時の組み合わせを決定する露出制御条件設定手段であることを特徴とする。第8の発明において、上記切り替え手段は、第1の所定回数の画素ずらしを行う第1の画素ずらしモードと、上記第1の所定回数とは異なる第2の所定回数の画素ずらしを行う第2の画素ずらしモードとに切り替えるようにしている。第9の発明においては、上記切り替え手段は画素ずらしを行うか否かを切り替えるようにしている。

【0028】第10の発明においては、被写体像を形成する撮像光学手段と、上記被写体像を光電変換する撮像手段と、上記撮像光学手段の一部を成すと共に上記被写体像をその結像平面内で移動させる可動光学手段と、上記撮像手段で得られた複数組の画像から像の動きベクトルを検知する動きベクトル検知手段と、上記撮像光学手段に生じた振れを検知し振れ検知信号を出力する振れ検知手段と、上記検知された動きベクトルを第1信号に変換する第1係数発生手段と、上記振れ検知信号を第2信号に変換する第2係数発生手段と、上記第1信号及び第2信号を合成する合成手段と、上記合成手段の出力に基づいて上記可動光学手段を制御する像移動制御手段とを設けている。

【0029】第11の発明においては、上記撮像光学手段は、ズーム光学系或いはフォーカシング光学系と、上記ズーム光学系又はフォーカシング光学系の

状態を検知する光学状態検知手段とを有し、上記光学状態検知手段の検知結果に基づいて上記第 1 係数及び第 2 係数の少くとも一方を切り替えるようにしている。

【0030】第 1 2 の発明においては、被写体像を形成する撮像光学手段と、上記被写体像を光電変換する撮像手段と、上記被写体像と撮像手段との相対位置をその結像平面内で変化させる像移動手段と、上記像移動手段を移動させながら上記撮像手段で複数組の画像を得る画素ずらし手段と、上記被写体像を複数の領域に分割して測光する測光手段と、上記測光手段の測光結果に基づいて上記複数組間の画像の露光量を調節する露光レベル調節手段とを設けている。第 1 3 の発明においては、上記測光手段は主被写体を類推する主被写体認識手段を有し、上記露光レベル調節手段は、上記主被写体認識手段の認識結果に基づいて上記複数組間の画像の露光量を調節するようにしている。

【0031】第 1 4 の発明においては、上記露光レベル調節手段は、主被写体が適正となる露光レベルの画像組が、主被写体以外の領域が適正となる露光レベルの画像組よりも多くなるように、上記複数組間の画像の露光レベルを調節するようにしている。第 1 5 の発明においては、撮像条件を判定する判定手段を設け、上記判定手段の判定結果に基づいて上記露光レベル調節手段の動作を制御するようにしている。第 1 6 の発明においては、上記判定手段は、上記撮像光学手段に生じた振れによる像振れを検知する像振れ検知手段を有し、上記像振れ検知手段の判定結果に基づいて上記露光レベル調節手段の動作を制御するようにしている。第 1 7 の発明においては、上記判定手段は、上記撮像手段の撮像条件を設定する撮像条件設定手段を有し、上記撮像条件設定手段の設定結果に基づいて上記露光レベル調節手段の動作を制御するようにしている。

【0032】第 1 8 の発明においては、被写体像を形成する撮像光学手段と、上記被写体像を光電変換する撮像手段と、所定の露光量で露光し取得した上記被写体像の複数組の画像信号を記憶する複数画像取得手段と、上記被写体像を複数の領域に分割して測光する測光手段と、上記測光手段の測光結果に基づいて上記複数組間の画像の露光量を調節する露光レベル調節手段とを設けている。

【0033】第 1 9 の発明においては、上記測光手段は、主被写体を類推する主被写体認識手段を有し、上記露光レベル調節手段は、上記主被写体認識手段の認識結果に基づいて上記複数組間の画像の露光量を調節するようにしている。第 2 0 の発明においては、上記露光レベル調節手段は、主被写体が適正となる露光レベルの画像組が、主被写体以外の領域が適正となる露光レベルの画像組よりも多くなるように、上記複数組間の画像の露光レベルを調節するようにしている。第 2 1 の発明においては、撮像条件を判定する判定手段を設け、上記判定手

段の判定結果に基づいて上記複数画像取得手段又は上記露光レベル調節手段の動作を制御するようにしている。第 2 2 の発明においては、上記判定手段は、上記撮像光学手段に生じた振れによる像振れを検知する像振れ検知手段を有し、上記像振れ検知手段の検知結果に基づいて上記複数画像取得手段又は上記露光レベル調節手段の動作を制御するようにしている。第 2 3 の発明においては、上記判定手段は、上記撮像手段の撮像条件を設定する撮像条件設定手段を有し、上記撮像条件設定手段の設定結果に基づいて上記複数画像取得手段又は上記露光レベル調節手段の動作を制御するようにしている。

【0034】第 2 4 の発明においては、被写体像を形成する撮像光学手段と、上記被写体像を光電変換する撮像手段と、上記被写体像と撮像手段との相対位置をその結像平面内で変化させる像移動手段と、上記像移動手段を移動させながら上記撮像手段で複数組の画像を得る画素ずらし手段と、上記複数組の画像を合成して高精細画像を得る画像合成手段と、上記複数組の画像間に生じた像振れを検出する像振れ検出手段と、上記像振れ検出手段の検出結果に基づいて上記画像合成手段の動作を制御する制御手段とを設けている。

【0035】第 2 5 の発明においては、上記像振れ検出手段は、上記複数組の画像のうち、基準となる第 1 の画像と、上記第 1 の画像に対して画素ずらし操作を行った第 2 の画像との相対的な像振れを検出するようにしている。第 2 6 の発明においては、上記像振れ検出手段は、上記複数組の画像のうち、基準となる第 1 の画像と、上記第 1 の画像に対して画素ずらし操作を行わない第 3 の画像との相対的な像振れを検出するようにしている。第 2 7 の発明においては、上記制御手段は、上記像振れが所定値より大きい時は画像合成を禁止するようにしている。第 2 8 の発明においては、上記画像合成手段は、複数の画像合成モードを有し、上記制御手段は、上記像振れの大きさの判定結果に基づいて上記画像合成モードを選択するようにしている。第 2 9 の発明においては、上記制御手段により制御される表示手段を設けている。

【0036】第 3 0 の発明においては、被写体像を形成する撮像光学手段と、上記撮像光学手段に生じた振れによる上記被写体像の振れを光学的又は機械的に補正する手振れ補正手段と、上記被写体像を光電変換する撮像手段と、上記被写体像と撮像手段との相対位置をその結像平面内で変化させる像移動手段と、上記像移動手段を移動させながら上記撮像手段で複数組の画像を得る画素ずらし手段と、上記複数組の画像を合成して高精細画像を得る画像合成手段と、上記複数組の画像間に生じた像振れを検出する像振れ検出手段と、上記像振れ検出手段の検出結果に基づいて上記画像合成手段の動作を制御する制御手段とを設けている。

【0037】第 3 1 の発明においては、上記画像合成手段は、上記像振れ検出手段の検出結果に基づいて上記複

数の画像の相対位置を変更してから合成するようにしている。

【0038】第32の発明においては、被写体像を形成する撮像光学手段と、上記撮像光学手段に生じた振れによる上記被写体像の振れを光学的又は機械的に補正する手振れ補正手段と、上記被写体像を光電変換する撮像手段と、所定時間間隔で複数組の画像を得る複数画像取得手段と、上記複数組の画像を合成して1組の画像を得る画像合成手段と、上記複数組の画像間の相対関係を検出する相対関係検出手段と、上記相対関係検出手段の検出結果に基づいて上記画像合成手段の動作を制御する制御手段とを設けている。第33の発明においては、上記相対関係検出手段は、上記複数組の画像間の相対的な像振れ量を検出する像振れ検出手段であることを特徴とする。第34の発明においては、上記相対関係検出手段は、上記複数組の画像間の一致度を検出する相関度検出手段であることを特徴とする。

【0039】第35の発明においては、被写体像を形成する撮像光学手段と、上記被写体像を光電変換する撮像手段と、所定時間間隔で複数組の画像を得る複数画像取得手段と、上記複数組の画像を合成して1組の画像を得る画像合成手段と、上記複数組の画像間の相対関係を検出する相対関係検出手段と、上記画像を表示する表示手段と、上記相対関係検出手段の検出結果に基づいて上記表示手段の動作を制御する表示制御手段とを設けている。

【0040】第36の発明においては、上記相対関係検出手段は、上記複数組の画像間の相対的な像振れ量を検出する像振れ検出手段であることを特徴とする。第37の発明においては、上記相対関係検出手段は、上記複数組の画像間の一致度を検出する相関度検出手段であることを特徴とする。

【0041】第38の発明においては、複数組の画像を合成して1組の画像を得る画像合成制御部を複数種類有する画像合成手段と、上記複数組の画像間の相対関係を検出する相対関係検出手段と、上記相対関係検出手段の検出結果に基づいて上記複数種類の画像合成制御部のうち所定の画像合成制御部を選択する選択手段とを設けている。

【0042】第39の発明においては、上記相対関係検出手段は、上記複数組の画像間の相対的な像振れ量を検出する像振れ検出手段であることを特徴とする。第40の発明においては、上記相対関係検出手段は、上記複数組の画像間の一致度を検出する相関度検出手段であることを特徴とする。

【0043】

【作用】第1の発明によれば、撮像光学手段の形態如何に拘わらず、画素ずらし制御と手振れ補正制御が1つの可動光学部材にて正確に行われる。第2の発明によれば、ズーム光学系或いはフォーカシング光学系の状

態に応じて最適な第1係数及び第2係数を用いて制御するため、光学状態が変化しても常に画素ずらし制御と手振れ補正制御が正確に行われる。第3の発明によれば、撮像装置単体で画素ずらしによる高精細画像が得られるため、CRTモニタやプリンタ装置等の外部装置で画像を出力表示する際に、画像合成機能を有する特殊な外部装置を必要としない。

【0044】第4の発明によれば、撮像条件に応じて最適な画素ずらしモードが選択される。第5の発明によれば、撮像時の手振れによる画質劣化と画素ずらしによる高画質化を勘案し、最適な画素ずらしモードが選択される。第6の発明によれば、撮影者の撮影意図に適した画素ずらしモードが選択される。第7の発明によれば、撮影者が設定した露出制御条件に適した画素ずらしモードが選択される。第8の発明によれば、手振れによる画質低下と画素ずらしによる高精細化のバランスが取れた画素ずらし回数が選択される。

【0045】第9の発明によれば、手振れによる画質低下が画素ずらしによる高精細化を打ち消す場合、画素ずらしが禁止される。第10の発明によれば、振れ検知手段が高周波域の振れを、動きベクトル検知手段が低周波域の振れを検知し、両信号の合成信号にて可動光学部材が駆動制御され、低域から高域までの手振れを正確に補正する。第11の発明によれば、ズーム光学系或いはフォーカシング光学系の状態に応じて最適な第1係数及び第2係数を用いて制御するため、光学系の状態に拘わらず正確な手振れ補正ができる。

【0046】第12の発明によれば、画素ずらしにより高精細画像を得るとともに、複数画像間の露光レベル調節により、画像のダイナミックレンジ拡大がなされる。第13の発明によれば、撮像画面内において主被写体と従被写体を認識し、いずれの被写体に対しても最適な露光量を与える事により、撮像画面全体に渡って画像のダイナミックレンジ拡大がなされる。第14の発明によれば、主被写体と類推された被写体に対する画像情報が従被写体と類推された被写体に対する画像情報よりも多く得られ、主被写体の高精細化を重視した広ダイナミックレンジ画像が得られる。第15の発明によれば、撮像条件に応じて最適な画素ずらしと露光調節制御がなされ、画像の高精細化とダイナミックレンジ拡大の最適化がなされる。

【0047】第16の発明によれば、ダイナミックレンジ拡大の際の手振れによる画質劣化を最小限にできる。第17の発明によれば、撮影者の撮影意図に適した画像の高精細化及びダイナミックレンジ拡大がなされる。第18の発明によれば、撮像画面内の被写体輝度分布に応じた画像のダイナミックレンジ拡大がなされる。

【0048】第19の発明によれば、撮像画面内において主被写体と従被写体を認識し、いずれの被写体に対しても最適な露光量を与えることにより、撮像画面全体に

渡って画像のダイナミックレンジ拡大がなされる。第20の発明によれば、主被写体と類推された被写体に対する画像情報が従被写体と類推された被写体に対する画像情報よりも多く得られ、主被写体の高精細化を重視した広ダイナミックレンジ画像が得られる。

【0049】第21の発明によれば、撮像条件に応じて最適な画像取得回数の選択と露光調節制御がなされ、ダイナミックレンジ拡大の最適化がなされる。第22の発明によれば、ダイナミックレンジ拡大の際の手振れによる画質劣化を最小限にできる。第23の発明によれば、手振れの発生を予め予測し、画像のダイナミックレンジ拡大の際の手振れの影響を未然に防止する。

【0050】第24の発明によれば、像振れの影響を排除し、かつ画素ずらしによる高画質化が実現できる画像合成制御を選択して行う。第25の発明によれば、基準画像とずらし後の画像の相対的な像振れ量から、画素ずらし制御を完遂するか否かを決定する。第26の発明によれば、基準画像と画素ずらし終了後の参照画像の相対的な像振れ量から、画素ずらし制御を完遂するか否かを決定する。

【0051】第27の発明によれば、像振れが所定値より大きい時は画像合成を禁止して、画素ずらしを施さない原画像を最終的な記録画像とする。第28の発明によれば、像振れの影響が軽減される画素ずらし制御を選択的に実行する。第29の発明によれば、正規の画素ずらし制御が実行できたか否かの情報を報知する。第30の発明によれば、手振れを光学的或いは機械的に抑制してから残存する像振れを画像処理的に排除し、かつ画素ずらしによる高画質化が実現できる画像合成制御を行う。

【0052】第31の発明によれば、複数の画像間の大きな像振れを補正してから画素ずらしの画像合成を実行する。第32の発明によれば、手振れを光学的或いは機械的に抑制し、かつ合成前の画像間の相対関係を確認してから画像合成を行い、高品質画像を得る。第33の発明によれば、像振れ検出結果に基づいて画像合成の動作を切り替えたり禁止する。第34の発明によれば、複数画像間の相関度が低い時は画像合成の動作を切り替えたり禁止する。

$$d_{IM} = S_d \times d_L$$

で関係づけられる。

【0058】そして偏心敏感度 S_d は第2群以降のレンズ群の配置によって変わるため、本実施の形態ではズームに応じて変化する。一方、本実施の形態は第1群によるフロントフォーカスを採用しているため、偏心敏感度 S_d はフォーカシングによっては変動しない。ただ

$$d_{IM} = S_d(f, R) \times d_L$$

と置き換えられる。

【0059】次に画素ずらし実行時の第2群のシフト駆動量について説明する。図4は画素ずらしの原理を説明するための図で、撮像素子の受光部拡大図を示してい

【0053】第35の発明によれば、高品質な画像が生成できるか否かを報知する。第36の発明によれば、像振れの影響を受けずに高品質な画像が生成できるか否かを報知する。第37の発明によれば、信頼性の高い画像の合成により高品質な画像が生成できるか否かを報知する。

【0054】第38の発明によれば、合成前の画像間の相対関係を確認してから画像合成を行い、高品質画像を得る。第39の発明によれば、合成前の画像間の像振れを確認してから画像合成を行い、高品質画像を得る。第40の発明によれば、合成前の画像間の一致度を確認してから画像合成を行い、高品質画像を得る。

【0055】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1～10の実施の形態について説明する。図1ないし図5は本発明の第1～10の実施の形態に共通に係わる図である。図2は結像光学系の一例を示したもので、焦点距離は10mm～30mmの3倍ズームであり、同図(a)はワイド端($f=10\text{mm}$)、同図(b)はテレ端($f=30\text{mm}$)におけるレンズの配置を示す。

【0056】この結像光学系は4つの群より成り、変倍に当たっては第4群が固定で第1、第2、第3群が移動し、焦点調節の際には第1群が移動する。そして第2群を光軸に対して垂直方向に変位させることにより、結像面上の像を変位させて画素ずらし及び手振れ補正を行う。

【0057】次に図3を用いて第2レンズ群の光束偏向効果について説明する。図3は図2の各レンズ群を簡略化して示したもので、同図(a)は第2群が所定量 d_L だけ下方向にシフトした時の像側での光束偏向効果を、同図(b)は同じく第2群が所定量 d_L だけ下方向にシフトした時の物体側での光束偏向効果を示している。まず図3(a)について説明する。物体側より第1群の光軸上に入射した光線は、下方向にシフトした負の第2群により、上方向に偏向され、第3群、第4群を通過して像面上の像高 d_{IM} の位置に到達する。この時の第2群シフト量 d_L と像変位量 d_{IM} の比を偏心敏感度 S_d と称することにすると、これら3つの値は、

$$\dots\dots\dots (1)$$

し第4群等でフォーカシングするリアフォーカス方式を採用すれば、フォーカシングによっても偏心敏感度 S_d は変動する。そこで一般的に偏心敏感度 S_d は焦点距離 f と被写体距離 R の関数 $S_d(f, R)$ と表わされるため、式(1)も、

$$\dots\dots\dots (2)$$

る。図4において、受光面上には画素としての正方形の受光部が横方向 W_Y 、縦方向 W_P の間隔にて規則的に配置される。この受光面上に結像された像の分解能は上記画素間隔 W_Y 、 W_P で規定されてしまうが、画素と像と

の相対位置を変えながら複数の像信号を取り込み、これを所定の法則に従って合成・復元することで像の分解能を向上できる。例えば像のある点が、受光面中央の受光部の中心IM1に位置する時、第1組目の像信号（2次元センサのすべての画素信号）を取り込み、記憶する。次に該像の点がIM2に位置するように像を右方向 $X_Y = W_Y / 2$ だけ変位させ、第2組目の像信号を取り込み、記憶する。同様に像点をIM3、IM4に移動して

$$d_L = X_P / S_d(f, R)$$

で求まる d_L だけ第2群を下方向にシフトさせればよい。そして画素ずらしのための像変位量 X_P はいつも一定値だが、偏心敏感度 $S_d(f, R)$ はズーミング、フォーカシングによって変わるため、第2群シフト量 d_L も光学系の状態に応じて変える必要がある。そこで本発明では後述するように、ズーミング、フォーカシングの状態に応じた偏心敏感度 $S_d(f, R)$ に関するデータを第1の係数として、マイクロプロセッサ(CPU)内のROM(Read Only Memory)に記憶させている。

$$\theta_{0B} = S\theta \times d_L$$

で関係づけられる。そして角度敏感度 $S\theta$ は第2群以前のレンズ群の配置によって変わるため、本実施の形態ではズーミング及びフォーカシングに応じて変化する。そ

$$\theta_{0B} = S\theta(f, R) \times d_L$$

と置き換えられる。

【0062】次に手振れ補正時の第2群のシフト駆動量について説明する。結像光学系と撮像素子を有するカメラ本体が手振れによって下方向に、すなわち、結像光学系の先端が下を向く方向に角度 θ_{CAMERA} だけ回転振れを生じたとする。この時の手振れによる像振れはカメラに対して被写体が上方向に角度 $\theta_{0B} (= \theta_{CAMERA})$ だけ移

$$d_L = \theta_{CAMERA} / S\theta(f, R)$$

で求まる d_L だけ第2群を下方向にシフトさせれば手振れによる像振れを解消できる。

【0063】そして手振れ角度 θ_{CAMERA} は時々刻々変わるとともに、角度敏感度 $S\theta(f, R)$ もズーミング、フォーカシングによって変わるため、第2群シフト量 d_L も光学系の状態に応じて変える必要がある。そこで本発明では前述の偏心敏感度 $S_d(f, R)$ と同様に、ズーミング、フォーカシングの状態に応じた角度敏感度 $S\theta(f, R)$ に関するデータを第2の係数として、マイクロプロセッサ内のROMに記憶させている。

【0064】図1は撮像装置の構成図である。図1において、CMRはカメラ本体、LNSはレンズで、カメラ本体CMRに対して着脱可能な交換レンズとして構成されている。まずカメラ本体CMRについて説明する。CCPUはカメラ内マイクロコンピュータ（以下マイコンと略す）で、ROM、RAM、A/D、D/A変換機能を有する1チップマイコンである。カメラ内マイコンCCPUはROMに格納されたカメラのシーケンスプログラムに従って、自動露出制御(AE)、自動焦点調節

第3、第4組目の像信号を取り込み、合計4組の像信号を合成することで像に関する情報量が4倍になり、画像の空間分解能を水平、垂直方向とも2倍に高められる。

【0060】ここで画素ずらしのために像を $X_Y (= W_Y / 2)$ 或いは $X_P (= W_P / 2)$ だけ移動させるためには前記図3(a)で示した第2群の像移動作用を利用する。すなわち、像を上方向に X_P だけ変位させるためには、式(2)に従って、

$$\dots\dots\dots (3)$$

【0061】次に図3(b)について説明する。像面の中央より光学系の光軸cに沿って左に射出した光線は第4群、第3群を通過し、下方向にシフトした負の第2群により、上方向に偏向される。そして第1群を通過した光線は結像系の光軸cと平行な軸c'に対し θ_{0B} の角度だけ偏向して物体側に投射される。この時の第2群シフト量 d_L と光軸偏向角 θ_{0B} との比を角度敏感度 $S\theta$ と称することになると、これら3つの値は、

$$\dots\dots\dots (4)$$

ここで一般的に角度敏感度 $S\theta$ も前述の偏心敏感度 S_d と同様に、焦点距離fと被写体距離Rの関数 $S\theta(f, R)$ と表わされるため、式(4)も、

$$\dots\dots\dots (5)$$

動した時の像変位と等価である。そこで図3(b)を参照すると、被写体が上方向に角度 θ_{0B} だけ移動した時には第2群を下方向に d_L だけシフト駆動させれば、被写体像の移動を解消させることができる。すなわち、手振れ検知センサが検知した手振れ角度 θ_{CAMERA} と、式

(5)に基づき、次式、

$$\dots\dots\dots (6)$$

(AF)、画素ずらし制御等のカメラの一連の動作を行う。そのためにカメラ内マイコンCCPUは、カメラ本体CMR内の周辺回路及びレンズLNSと通信して各々の回路やレンズの動作を制御する。

【0065】カメラ本体CMRとレンズLNSとを結合するマウント部には4組の接続端子が設けられる。カメラ内電源BATはカメラ内各回路やアクチュエータへ電源を供給するとともに、ラインVCCを介してレンズLNSにも電源供給する。DCLはカメラ内マイコンCCPUから後述するレンズ内マイコンLCPUへ信号を送信するライン、DLCはレンズ内マイコンLCPUからカメラ内マイコンCCPUへ信号を送信するラインで、この2つのラインを通じてカメラ本体CMRはレンズLNSを制御する。またカメラ、レンズのグラウンドもラインGNDを介して接続される。

【0066】IMSはCCD等の撮像素子、IMDRは撮像素子IMSの電荷蓄積、電荷転送等を制御するドライバである。MEMは撮影した画像の画像信号データを記録・保存するためのメモリで、半導体メモリ、磁気デ

ディスク、光ディスク等が用いられる。DISPは液晶ディスプレイ等で構成された表示部で、撮像素子IMSで得た画像を表示するとともにカメラの動作状態等も表示する。BSはハーフミラーで構成されたビームスプリッタで、撮影光束の一部をセンサSNSへ導く。センサSNSは結像光学系の焦点状態を検出する焦点検出センサと、被写体輝度を検出する測光センサとからなる。CNCはデスクトップコンピュータ等の外部装置と接続するためのコネクタで、前記メモリMEMの内容を外部に送信したり、外部装置からの信号でカメラ本体CMRを制御するのに用いられる。

【0067】SWMNはメインスイッチで、このスイッチがオンされるとカメラ内マイコンCCPUは撮影に関する所定のプログラムの実行を許可する。SW1、SW2はカメラのリリースボタンに連動したスイッチで、それぞれリリースボタンの第1ストローク、第2ストロークの押下でオンとなる。SWSFは画素ずらしモード選択スイッチで、画素ずらしの許可／不許可や、複数の画素ずらしのモードから所定のモードを選択するのに用いられる。SWISは手振れ補正（Image Stabilization、以下図面ではISと略す）選択スイッチで、手振れ補正の許可／不許可を選択するスイッチである。SWMODは撮影モード選択スイッチで、撮影者が所定のモードを選択すると、撮影者の意図するAEモード、AFモードが設定されるほか、前記画素ずらしモードと手振れ補正モードも自動設定される。

【0068】次にレンズLNS側について説明する。LCPUはレンズ内マイコンで、カメラ内マイコンCCPUと同じくROM、RAM、A/D、D/A変換機能を有する1チップマイコンである。レンズ内マイコンLCPUはカメラ内マイコンCCPUから信号ラインDCLを介して送られてくる命令に従い、後述するフォーカシングアクチュエータ、ズームアクチュエータ、絞りアクチュエータ及び像振れ補正アクチュエータの駆動制御を行う。またレンズの各種動作状況やレンズ固有のパラメータを信号ラインDLCを介してカメラ内マイコンCCPUへ送信する。L1ないしL4は、図2で説明した第1ないし第4のレンズ群に相当するレンズ群であり、ズーム光学系を構成し、この光学系により被写体像が撮像素子IMS上に形成される。

【0069】FACTはフォーカシングアクチュエータで、第1レンズ群L1を光軸方向に進退させて焦点調節を行い、L1の位置すなわち被写体距離に相当する情報をフォーカスエンコーダFENCが検知し、レンズ内マイコンLCPUに送出する。ZACTはズームアクチュエータで、不図示のズーム機構により第1レンズ群L1ないし第3レンズ群L3を光軸方向に進退させてズームを行い、該ズーム情報をズームエンコーダZENCが検知し、レンズ内マイコンLCPUに送出する。DFMは光量調節用の絞り、DACTは絞りDFMを駆

動する絞りアクチュエータである。

【0070】GRP、GRYは振動ジャイロ等の手振れセンサで、カメラの上下（ピッチ）方向及び左右（ヨー）方向の角度振れを検知するため、同一のセンサGRP、GRYが設置される。そして手振れ検知結果はレンズ内マイコンLCPUに送信される。第2レンズ群L2は光軸に対して垂直な平面内で2次元方向に独立にシフト可能に構成される。そして、光軸に対して上下方向すなわちピッチ振れ補正方向にはピッチアクチュエータIACTPで駆動され、左右方向（当図では紙面に垂直方向）すなわちヨー振れ補正方向にはヨーアクチュエータIACTYで駆動される。なおこのシフト機構については本出願人による特開平6-3727号公報等に記載され公知となっている。

【0071】図5は本発明の画素ずらしと手振れ補正の主要動作を説明するためのブロック図であり、2点鎖線で囲まれたCCPUブロックがカメラ内マイコンCCPUで実行された部分、同じくLCPUブロックがレンズ内マイコンLCPUで実行される部分である。11は撮影条件設定回路で、AE、AF、画素ずらし、手振れ補正の各機能の動作モードが設定される。12はタイミングパルス発生回路で、画素ずらしのための像移動光学系駆動及び撮像素子の画像信号取り込みタイミングを制御するトリガ信号を発生する。13は撮像素子駆動回路で、撮影条件設定回路11及びタイミングパルス発生回路12の制御信号に従い、所定のタイミング、所定の電荷蓄積条件で画像信号を取り込む。14は一時記憶回路で、取り込んだ画像信号を画素ずらし処理するために一時的に記憶する。15は画像合成回路で、画素ずらし操作で得た複数組の画像信号を合成し、高精細な画像を得る。16は記録部で、図1のメモリMEMに相当し、合成された高精細画像信号を記録する。

【0072】21は画素ずらし信号発生回路で、画素ずらし用に像を変位させるための指令信号を発生する。22は第1係数発生回路で、結像光学系のフォーカス及びズーム情報に応じて前述の偏心敏感度 $S_d(f, R)$ に相当するデータをレンズ内マイコンLCPUのROMから読み出し、前記画素ずらし信号の大きさに補正して像移動量が X_v 、或いは X_p となるような第2群のシフト量指令値を算出する。

【0073】31は手振れセンサで、前述の振動ジャイロGRP、GRYに相当する。32は手振れ信号演算回路で、手振れ検知センサ31が検出した手振れの角速度信号のフィルタリング及び積分演算を行い、手振れ角度を算出する。33は第2係数発生回路で、結像光学系のフォーカス及びズーム情報に応じて前述の角度敏感度 $S_\theta(f, R)$ に相当するデータをレンズ内マイコンLCPUのROMから読み出し、前記手振れ角度信号の大きさを補正して、像振れ防止制御のための第2群シフト量指令値を算出する。

【0074】41は合成回路で、22で求めた画素ずらしのための第2群シフト量指令値と、33で求めた手振れ補正のための第2群シフト量指令値を加算する。42は手振れ補正アクチュエータで、図1のI A C T P、I A C T Yに相当し、第2レンズ群が合成回路41で求めた駆動指令値に従って駆動するよう、アクチュエータを制御する。43は第2レンズ群が実際にシフト駆動されていることを示すブロックで、該駆動により撮像素子13上に像が移動制御される。以上の各ブロックにより画素ずらし及び手振れ補正が同時に実行される。

【0075】(第1の実施の形態)図6及び図7は本発明の第1の実施の形態におけるカメラ本体及び交換レンズ内の各マイコンCCPU、LCPUの制御フローを示すフローチャートである。まず、図1を参照しながら図6を用いて、カメラ内マイコンCCPUの制御フローを説明する。カメラ本体CMR側の電源スイッチ(メインスイッチ)SWMNがオンされると、カメラ内マイコンCCPUへの給電が開始され、ステップ(101)を経てステップ(102)からの動作を開始する。ステップ(102)においては、リリースボタンの第1段階押下によりオンとなるSW1の状態検知を行い、このスイッチSW1がオフの時にはステップ(103)へ移行する。そして、このステップ(103)において、レンズLNS側へ像振れ補正動作(以下IS(Image Stabilization)の略)と称す)を停止する命令を送信する。上記ステップ(102)及び(103)はスイッチSW1がオンとなるか、或いは電源スイッチSWMNがオフとなるまで繰り返し実行される。

【0076】上記フローを実行中にスイッチSW1がオンされると、ステップ(102)からステップ(111)へ移行する。ステップ(111)においては、カメラ内マイコンCCPUはラインDCLを介してレンズ内マイコンLCPUに対し、像振れ補正開始命令を送信する。次のステップ(112)においては、レンズの開放Fナンバー、焦点距離等のレンズ固有のパラメータをレンズ内マイコンLCPUから取得するパラメータ通信を行う。ステップ(113)ではセンサSNSによって被写体輝度を測定し、所定の露出制御プログラム線図に従って撮像素子の像信号蓄積時間や絞り制御値を演算するとともに、その結果をレンズ内マイコンLCPUにも送信する。ステップ(114)ではセンサSNSによって焦点状態を検出するとともに、フォーカシングレンズの駆動命令をレンズ内マイコンLCPUに送信する。

【0077】ステップ(115)では前述の画素ずらしモード選択スイッチSWSFの状態検知を行うとともに、前記測光結果等を基に、画素ずらし実行の可否や画素ずらし回数等の画素ずらし条件を設定する。ステップ(116)では、リリースボタンの第2段階押下によりオンとなるSW2の状態検知を行い、このスイッチSW2がオフの時にはステップ(111)へ戻り、ステップ

(111)ないしステップ(115)を繰り返し実行する。ステップ(116)でSW2がオンと判定されたらステップ(117)へ移行する。

【0078】ステップ(117)では画素ずらし回数をカウントするカウンタCNTをゼロに初期化する。ステップ(118)では画素ずらし制御のトリガ信号となるタイミングパルスが発生し、レンズ内マイコンLCPUにも送信する。ステップ(119)ではドライバIMDRを介して、撮像素子IMSの電荷蓄積、及び蓄積した電荷の転送・読み出し制御を行う。ステップ(120)では、前記ステップ(119)で読み出した画像信号をカメラ内マイコンCCPU内のRAMに一時記憶する。ステップ(121)では、画素ずらし回数カウンタCNTに1を加え、更新する。ステップ(122)ではカウンタCNTが所定値 N_{SF} に達したか否かを判定する。そしてカウンタCNTが所定値 N_{SF} に達していない場合にはステップ(118)に戻って次のタイミングパルス発生を待ち、画素ずらし制御を続行する。ステップ(122)でカウンタCNTが所定値 N_{SF} に達したら、ステップ(123)へ移行する。

【0079】ステップ(123)ではレンズ内マイコンLCPUに対し、画素ずらしが完了したことを送信する。ステップ(124)では画素ずらしによって得た複数の画像信号を合成し、1つの高精細画像を作成する。ステップ(125)では上記ステップ(124)で得た画像をメモリMEMに記録する。

【0080】以上で撮影動作が終了し、ステップ(102)へ戻る。そして当ステップ(102)でスイッチSW1がオンの状態であればステップ(111)以降の動作を繰り返し、スイッチSW1がオフであれば、ステップ(103)でレンズ内マイコンLCPUに対し、像振れ補正動作の停止を命令する。

【0081】図7はレンズ内マイコンLCPUの制御を示すフローチャートである。図7において、カメラ側の電源スイッチSWMNのオンにより、交換レンズ側にも電源が供給されると、ステップ(131)よりステップ(132)へ進む。ステップ(132)においてはIS開始命令の判別を行い、カメラ本体CMRからIS開始命令が来ていない時はステップ(133)へ進む。ステップ(133)においてはIS停止命令の判別を行い、カメラ本体CMRからIS停止命令が来ていない時はステップ(132)へ戻る。IS停止命令が来ている時はステップ(134)へ進み、ピッチ及びヨー方向の像振れ補正アクチュエータI A C Tを停止する。ステップ(132)ないしステップ(134)を実行中にカメラ内マイコンCCPUよりIS開始命令が送信されると、ステップ(132)よりステップ(141)へ移る。

【0082】ステップ(141)では振れ検知センサGRP、GRYを起動し、ピッチ、ヨー方向の手振れ信号を入力する。ステップ(142)は図6のステップ(1

12)に相当し、カメラ内マイコンCCPUの要求に従ってレンズ固有のパラメータをカメラ側に送信する。ステップ(143)では光学系のズーム状態、フォーカス状態を検出するために、ズームエンコーダZENC、フォーカスエンコーダFENCを検知する。ステップ(144)では上記ステップ(143)の検知結果に基づいて、画素ずらしのための第1係数及び手振れ補正のための第2係数をROMテーブル内から読み出す。ステップ(145)ではステップ(141)で得た手振れ信号とステップ(144)で得た第2係数に基づいて像振れ補正アクチュエータI ACTを駆動制御し、手振れによる像振れを解消させる。

【0083】ステップ(146)ではカメラ内マイコンCCPUから入手した測光情報を基に、アクチュエータD ACTを介して絞りDFMを駆動し、光量調節する。ステップ(147)ではカメラ内マイコンCCPUから入手した焦点検出情報を基に、フォーカシングアクチュエータF ACTを駆動し、焦点調節する。ステップ(148)では画素ずらしのためのタイミングパルスの受信有無を判断する。そしてタイミングパルスを受信していなければ、ステップ(141)に戻り、手振れ補正、絞り制御、焦点調節動作を繰り返して実行する。ステップ(148)でタイミングパルスの受信を確認すると、ステップ(149)へ進む。

【0084】ステップ(149)では画素ずらしのために第2レンズ群をピッチ或いはヨー方向に駆動するための基準波形を生成する。ステップ(150)では上記ステップ(149)で生成した画素ずらし基準波形に、ステップ(144)で読み出した第1係数を乗じた画素ずらし駆動波形を生成し、これと手振れ補正用の信号とを合成する。そしてこの合成信号に従って像振れ補正アクチュエータI ACTを駆動制御することで、手振れ補正と画素ずらしのため像駆動が同時にかつ正確に実行される。

【0085】ステップ(151)ではカメラ内マイコンCCPUから画素ずらし完了信号が送信されているか否かの判定を行い、未送信であれば画素ずらしは完了していないのでステップ(148)へ戻り、次のタイミングパルスの受信を待つ、そしてステップ(148)ないしステップ(150)を所定回数実施し、画素ずらし動作終了後に送信される画素ずらし完了信号を受信したら、ステップ(151)よりステップ(132)へ戻る。そしてステップ(132)でIS開始命令を受信せず、ステップ(133)でIS停止命令を確認したら、ステップ(134)で像振れ補正アクチュエータI ACTを停止し、撮影に伴う一連のレンズ制御動作が終了する。

【0086】図8は上記図6及び図7のフローによるカメラ及びレンズの動作を説明するタイミングチャートである。(a)、(b)はそれぞれカメラのリリースボタンに連動したスイッチSW1、SW2の状態を示す。

(c)は画素ずらしのタイミング制御用トリガ信号である。(d)は撮像素子IMSの電荷蓄積タイミングを示す。(e)、(f)はピッチ及びヨー方向の画素ずらし基準波形を示す。(g)、(h)は手振れセンサGRP、GRYが検知した手振れ波形で、ここでは検知信号を適宜積分等の処理を行った後の振れ変位波形が示されている。(i)、(j)は像振れ補正用第2レンズ群のピッチ、ヨー方向の駆動変位を示す。

【0087】以下、図8を用いて図6及び図7のフローをまとめて概説する。時刻 t_1 においてスイッチSW1がオンされると、手振れ信号(g)、(h)が出力される。すると、この信号に第2係数を乗じた値に従って第2レンズ群L2が波形(i)、(j)のごとく駆動制御され、手振れ補正がなされる。

【0088】時刻 t_2 においてスイッチSW2がオンされると、所定時間後の時刻 t_{11} に第1のタイミングパルスTP1が発生される。するとこれを受けて、撮像素子IMSは測光結果から演算された蓄積時間に従い、時刻 t_{12} から時刻 t_{13} の期間中に受光部の電荷蓄積を行う。時刻 t_{13} で電荷蓄積が終了すると、蓄積電荷の転送・読み出しと共に、ヨー方向の画素ずらし基準波形(f)が発生される。するとヨー方向のレンズ変位(j)は、上記基準波形(f)に第1係数を乗じた値と前記手振れ補正波形とを加算した指令値にて駆動される。

【0089】時刻 t_{11} から所定時間経過後の時刻 t_{21} には第2のタイミングパルスTP2が発生される。すると同様に撮像素子IMSは、時刻 t_{22} から時刻 t_{23} の期間中に受光部の電荷蓄積を行う。そして時刻 t_{23} で電荷蓄積が終了すると、蓄積電荷の転送・読み出しと共に、ピッチ方向の画素ずらし基準波形(e)が発生される。するとピッチ方向のレンズ変位(i)も、上記基準波形(e)に第1係数を乗じた値と前記手振れ補正波形とを加算した指令値にて駆動される。

【0090】時刻 t_{21} から所定時間経過後の時刻 t_{31} には第3のタイミングパルスTP3が発生される。すると同様に撮像素子IMSは、時刻 t_{32} から時刻 t_{33} の期間中に受光部の電荷蓄積を行う。そして時刻 t_{33} で電荷蓄積が終了すると、蓄積電荷の転送・読み出しと共に、ヨー方向の画素ずらし基準波形(f)は元の値に戻される。するとヨー方向のレンズ変位(j)は、手振れ補正波形のみに応答した指令値にて駆動される。

【0091】時刻 t_{31} から所定時間経過後の時刻 t_{41} には最期のタイミングパルスTP4が発生される。すると同様に撮像素子IMSは、時刻 t_{42} から時刻 t_{43} の期間中に受光部の電荷蓄積を行う。そして時刻 t_{43} で電荷蓄積が終了すると、蓄積電荷の転送・読み出しと共に、ピッチ方向の画素ずらし基準波形(e)も元の値に戻される。するとピッチ方向のレンズ変位(i)も、手振れ補正波形のみに応答した指令値にて駆動される。そして時刻 t_5 でスイッチSW1がオフされると、手振れ検知及

び第2レンズ群の駆動が停止される。

【0092】上記手振れ補正及び画素ずらし制御中の時刻 t_{11} 、 t_{21} 、 t_{31} 、 t_{41} 、 t_5 における像の位置は前述の図4において、それぞれIM1、IM2、IM3、IM4、IM1となり、各像の上下、左右の位置が画素間隔の半分だけずれた画像ずらしが実現される。なお、画像ずらし基準波形が矩形波でなく台形波となっているのは、第2レンズ群の急激な位置変化による衝撃を緩和するためである。

【0093】次に図9及び図10を用いて画素ずらしにより得た複数組の画像信号を合成し、1組の高精細画像信号を生成する原理について説明する。図9は画素ずらしにおける像と撮像素子の相対位置関係を説明する図である。図9の(a)は図4でも説明したもので、カメラ内に固定された撮像素子の画素に対して像がIM1→IM2→IM3→IM4→IM1の順に移動することを示

$$\text{IMG}(u=2i-1, v=2j) \leftarrow \text{IG1}(i, j) \dots\dots\dots (7)$$

$$\text{IMG}(u=2i-1, v=2j-1) \leftarrow \text{IG2}(i, j) \dots\dots\dots (8)$$

$$\text{IMG}(u=2i, v=2j-1) \leftarrow \text{IG3}(i, j) \dots\dots\dots (9)$$

$$\text{IMG}(u=2i, v=2j) \leftarrow \text{IG4}(i, j) \dots\dots\dots (10)$$

の式に従えば、4組の画像信号から1組の高精細画像信号を生成できる。

【0095】なおこの方法は白黒撮像素子或いは色分解プリズムを用いた多板式カラー撮像素子に適用されるもので、モザイク型色フィルタを用いた単板式カラー撮像素子では画素ずらし量や画像合成方法の点で多少の違いはあるが、基本的な考えは同一である。

【0096】上記第1の実施の形態によれば、

(1) 画素ずらし信号を第1係数で変換し、手振れ信号を第2係数で変換し、両者の合成信号にて像振れ補正光学系を駆動することにより、1つの像移動手段で手振れ補正と画素ずらし制御とを同時に行い、手振れによる像劣化がなく、かつ画素ずらしによる高精細な画像信号を得ることができる。

(2) ズーム、フォーカス状態に応じた第1係数及び第2係数を用いることにより、ズーム、フォーカス状態が変化しても常に正確な手振れ補正と画素ずらし制御が可能である。

(3) カメラ内の制御回路で画素ずらし後の画像合成も行うため、専用の外部装置等を用いずに高精細な画像信号を得ることができる。という効果がある。

【0097】(第2の実施の形態)前記第1の実施の形態は手振れ補正と画素ずらしを同時に正確に行うための実施の形態であった。以下に示す第2の実施の形態は、カメラの撮影状態に応じて最適な画素ずらしモードを選択する実施形態を示す。図11は第2の実施の形態の制

$$\delta = f \times \omega_{\text{peak}} \times t_{\text{exp}}$$

に従って、手振れ補正不作動時の露光中の像振れ量最大値 δ を演算する。ただし f は結像光学系の焦点距離、 t_{exp} は測光結果から導かれた撮像素子の露光秒時、すな

わっている。これはその下の(b)のごとく、不動の像に対して撮像素子の位置がIG1→IG2→IG3→IG4→IG1の順に移動するのと全く等価である。そこで撮像素子がIG1に位置する時の各画素の出力信号をIG1(i, j)とする。ここで撮像素子は($m \times n$)画素のエリアセンサである。同様にIG2、IG3、IG4に位置する時の出力信号をIG2(i, j)、IG3(i, j)、IG4(i, j)とする。

【0094】これら4組の画像信号の合成方法を説明したものが図10である。4組の($m \times n$)画素の信号を合成した($2m \times 2n$)画素の新たな画素信号組をIMG(u, v)とする。そして画素信号IMG(u, v)の左上の4画素は、4組の元の画素を図のごとく組み立てたものである。そこでこの図を基に画像復元方法を考えると、

御フローの一部、図12は第2の画素ずらしモード原理図、図13は第2の画素ずらしモードにおける画像合成の原理説明図である。以下、図面を用いて第2の実施の形態の動作を説明する。

【0098】本実施の形態のカメラの制御フローは、図6に示した第1の実施の形態のカメラの制御フローと基本的な部分は同一であるが、ステップ(115)の「画素ずらし条件設定」部分を図11に示すサブルーチンとすることで、本実施の形態特有の作用を実現させている。以下、図6及び図11を用いて本実施の形態のフローを説明するが、図6のフローについては前述により詳細な説明を行っているため、ここでは簡単に説明する。図6において、ステップ(102)でSW1がオンと判断されるとステップ(111)へ移り、ステップ(111)、ステップ(112)でIS開始命令の送信と、パラメータ通信を行う。続いてステップ(113)、ステップ(114)で測光及び焦点検出を行い、その結果をレンズ内マイコンLCPUにも送信する。

【0099】次のステップ(115)では図11に示すフローを実行する。図11のステップ(215)では、レンズ内マイコンLCPUに対し、所定時間以内の手振れ角速度ピーク値 ω_{peak} の送信要求を行う。するとレンズ内マイコンLCPUは、例えば2秒間中のピッチ或いはヨー方向の手振れ角速度最大値 ω_{peak} をカメラ内マイコンCCPUに送信する。ステップ(216)では次式

$$\dots\dots\dots (11)$$

わち電荷蓄積時間である。ここで導かれた像振れ量 δ は、画素ずらしを実行すべきか否かの判定をするための手振れ指標として、以下のステップで利用される。

【0100】ステップ(217)では像振れ量 δ の大きさ判定を行う。そして像振れ量 δ が所定値DEL1以下なら、手振れによる像劣化の影響が少なく、画素ずらしによって十分な高精細化が可能であるとして、ステップ(218)で画素ずらし回数 N_{SF} を4回に設定する。ここで画素ずらし回数が4回というのは第1の実施の形態で説明した画素ずらし及び画像合成方法のことであり、これを第1の画素ずらしモードと称する。ステップ(217)で像振れ量 δ が所定値DEL2以下(ただしDEL2>DEL1)と判断されたらステップ(219)で画素ずらし回数、 N_{SF} を2回に設定する。これは手振れ補正を実行しても手振れによる若干の画質劣化が予想されるため、画素ずらし回数が少ないモード(これを第2の画素ずらしモードと称する)を選択して、手振れによる画質低下と画素ずらしによる画質向上の最適化を図るためである。なお第2の画素ずらしモードについては後述する。

【0101】ステップ(217)で像振れ量 δ が所定値DEL2より大きいと判定されたらステップ(220)で画素ずらし回数 N_{SF} を1回、すなわち画素ずらし非実行に設定する。これは手振れ補正を実行しても、手振れによる画質劣化の影響が画素ずらしによる画質向上を上回ることが予想されるため、画素ずらしを禁止する。ステップ(218)ないしステップ(220)を実行後は、ステップ(221)へ移行する。ステップ(221)ではレンズ内マイコンLCPUに上記フローで決定した画素ずらしモードを送信する。ステップ(222)ではカメラ内の表示手段DISPに上記画素ずらしモードの種別を表示して、撮影者にどのモードで撮影が行われるのかを報知する。

【0102】ステップ(222)実行後は図6のステップ(116)に戻る。ステップ(116)ではスイッチSW2の判別を行い、SW2がオンならステップ(117)へ進む。ステップ(117)ないしステップ(12

$$IMG2(u=2i-1, v=2j) \leftarrow IG21(i, j) \quad \dots\dots\dots (12)$$

$$IMG2(u=2i, v=2j-1) \leftarrow IG22(i, j) \quad \dots\dots\dots (13)$$

$$IMG2(u=2i-1, v=2j-1) \leftarrow \{IG21(i, j) + IG22(i, j) + IG21(i, j-1) + IG22(i-1, j)\} / 4 \quad \dots\dots\dots (14)$$

$$IMG2(u=2i, v=2j) \leftarrow \{IG21(i, j) + IG22(i, j) + IG21(i+1, j) + IG22(i, j+1)\} / 4 \quad \dots\dots\dots (15)$$

と表わせる。

【0106】上記第2の実施の形態によれば、前記第1の実施の形態の効果のほかに、

(4) 画素ずらし実行時の手振れによる画質劣化と画素ずらし効果を勘案し、手振れ量に応じて最適な画素ずらしモードを選択するため、撮影状況に応じた最適な画素

ずらし動作が実行できる。という効果がある。

2)では第1の実施の形態と同様に画素ずらしを実行するが、この第2の実施の形態では前述のごとくステップ(215)ないしステップ(222)で複数の画素ずらしモードを選択的に用いるため、ステップ(117)ないしステップ(122)でも各画素ずらしモードに応じた動作で制御される。続いてステップ(123)ではレンズ内マイコンLCPUに画素ずらし完了通信を行い、ステップ(124)へ進む。ステップ(124)でも前記複数の画素ずらしモードに応じた画像合成を選択して行う。ステップ(125)では前ステップで合成された画素を記録し、ステップ(102)へ戻る。

【0103】図12は第2の画素ずらしモード、すなわち画素ずらし回数が2回の時の作用を説明したものであり、第1の実施の形態における図9に相当する。図12の上図(a)は受光素子に対する画像の移動を示したものである。画像のある点はまずIM21に位置した状態で受光素子の電荷蓄積・読み出しがなされる。ついで画素ずらし動作で像がIM22に移動した後、再び受光素子の電荷蓄積・読み出しがなされる。そして像は元の位置IM21に戻される。図12の下図(b)は上記像の動きを撮像素子の動きに置き換えたもので、最初IG21に位置していた撮像素子は、画素ずらし動作によってIG22に移動し、その後IG21に戻る。

【0104】図13は第2の画素ずらしモードにおける画像合成方法を説明する図である。この第2の画素ずらしモードではIG21(i, j)とIG22(i, j)の2組の画像、すなわち合計(2×m×n)個の画像信号から、(4×m×n)個で構成されるIMG2(u, v)の画像信号を合成する。そのために図13に示すごとく、IMG2(u, v)の黒丸で示す画素はIG21(i, j)或いはIG2(i, j)の画素をそのまま用い、白丸で示す画素はその周辺の4画素(4画素が無い時は2或いは3画素)の平均値から合成する。

【0105】これを式で表すと、

ずらし動作が実行できる。という効果がある。

【0107】(第3の実施の形態)前記第2の実施の形態では、手振れに応じた最適画素ずらしモードを選択する実施の形態を示した。以下に示す第3の実施の形態は、撮影者により設定されたカメラの撮影モードから画素ずらし実行の適否を判断し、画素ずらしモードを切り

替える実施形態を示す。第3の実施の形態のカメラの制御フローも前記第2の実施の形態と同様に、基本的な部分は図6に示した第1の実施の形態のカメラの制御フローと同一であり、ステップ(115)の「画素ずらし条件設定」部分を図14に示すサブルーチンとすること、で、第3の実施の形態特有の作用を実現させている。以下、図6及び図14を用いて第3の実施の形態のフローを説明するが、図6のフローについては第1の実施の形態で詳細な説明を行っているため、ここでは簡単に説明する。

【0108】図6において、ステップ(102)でSW1がオンと判断されるとステップ(111)へ移り、ステップ(111)、ステップ(112)でIS開始命令の送信と、パラメータ通信を行う。続いてステップ(113)、ステップ(114)で測光及び焦点検出を行い、その結果をレンズ内マイコンLCPUにも送信する。次のステップ(115)では図14に示すフローを実行する。図14のステップ(315)ではカメラCMRの撮影モード選択スイッチSWMODの状態判別を行い、撮影者によって設定された露出制御モード等の撮影条件を認識する。

【0109】ステップ(316)では撮影モードが風景モードか否かの判別を行う。風景モードとは絞り制御値を小絞り(大Fナンバー)として被写界深度を深くする露出制御モードである。そして風景モード設定時は被写体が静止しており、カメラもしっかりとホールディングされて手振れも生じにくいと予想されるため、ステップ(319)に進んで画素ずらしを4回行う高精細モードに設定する。ステップ(316)で風景モードでないと判定されたらステップ(317)へ進む。ステップ(317)では撮影モードがポートレートモードか否かの判別を行う。ポートレートモードは絞り制御値を開放近傍絞り(小Fナンバー)として被写界深度を浅くする露出制御モードである。ポートレートモード時も風景モードと同様の撮影状態であると予想されるため、ステップ(319)へ進む。ステップ(317)でポートレートモードでないと判定されたらステップ(318)へ進む。

【0110】ステップ(318)では撮影モードがスポーツモードか否かの判別を行う。スポーツモードは露出秒時を高速秒時にして被写体の動きを止める露出制御モードである。スポーツモード選択時は被写体が動いており、カメラにはパンニング操作、すなわち大きな手振れと同様のカメラの運動が生じると予想される。また画素ずらし動作中の被写体の動きにより被写体振れも発生し、画素ずらしによる高精細化が期待できないばかりか、かえって不自然な写真になってしまうことも予想される。従ってスポーツモード設定時はステップ(321)へ進み、 $N_{SF}=1$ すなわち画素ずらしを禁止する。ステップ(318)でスポーツモードでないと判定され

たら、すなわち風景、ポートレート、スポーツのいずれのモードでも無いと判定されたらステップ(320)へ進み、画素ずらし回数を2回に設定する。ステップ(319)ないしステップ(321)を実行後は、ステップ(322)へ移行する。

【0111】ステップ(322)ではレンズ内マイコンLCPUに上記フローで決定した画素ずらしモードを送信する。ステップ(323)ではカメラ内の表示手段DISPに上記画素ずらしモードの種別を表示して、撮影者にどのモードで撮影が行われるのかを報知する。ステップ(323)実行後は図6のステップ(116)に戻る。ステップ(116)ではスイッチSW2の判別を行い、SW2がオンならステップ(117)へ進む。ステップ(117)ないしステップ(122)では第2の実施の形態と同様に選択された画素ずらしモードに従って画素ずらしが実行される。続いてステップ(123)ではレンズ内マイコンLCPUに画素ずらし完了通信を行い、ステップ(124)へ進む。ステップ(124)でも前記複数の画素ずらしモードに応じた画像合成を選択して行う。ステップ(125)で前ステップで合成された画像を記録し、ステップ(102)へ戻る。

【0112】上記第3の実施の形態によれば、前記第1の実施の形態の効果のほかに、

(5) 撮影者により設定されたカメラの撮影モードから画素ずらし実行の適否を判断し、画素ずらしモードを切り替えることにより、カメラ及び被写体の動きに適した画素ずらし動作が実行できる。という効果がある。また、本実施の形態では撮影モードの一例として露出制御モードを対象としたが、焦点検出モード等に応じて画素ずらしモードを切り替えても良い。

【0113】(第4の実施の形態)前記第1の実施の形態では画素ずらし制御用の第1係数と手振れ補正用の第2係数を用いて1つの像移動手段により画素ずらしと手振れ補正を実行していた。一方、第1係数を前記手振れ補正とは異なる方式の手振れ補正制御に用いることにより、手振れ補正能力をさらに高めることができる。図15はそのための第4の実施の形態のブロック図で、図5に示した第1の実施の形態のブロック図を変形したものである。図15において、カメラ内マイコンCCPUに動きベクトル検知回路17が追加されたのと、レンズ内マイコンLCPUにもう1つの第1係数発生回路22aが追加された点が異なっている。

【0114】動きベクトル検知回路17は、時間的に異なるタイミングで取り込まれた2組の画像信号の空間的な相関から、2組の画像の手振れによる位置ずれを検知する公知の回路で、いわゆる電子式手振れ補正に用いられる。そして動きベクトル検知に用いられる2組の画像は、画素ずらしで得られた画像或いは画素ずらしとは無関係に周期的に取り込まれた画像が利用される。或いは焦点検出センサからの信号を用いてもよい。ただし画素

ずらし用の2組の画像信号はその相対位置が画素ずらしによって予め所定寸法だけずれているため、動きベクトル検知時にこのずれの補正は必要である。

【0115】ところで本実施の形態では、振動ジャイロ等の慣性力を利用した振れ検知センサによる手振れ補正システムが組み込まれているため、この手振れ補正システムが動作している間は像振れが補正され、動きベクトル検知回路17は振れを検知しないはずである。しかしながら、前記慣性力を利用した振動ジャイロ等の振れ検知センサは、出力信号のDCオフセットやドリフト等の発生で、超低周波帯域の振れを検知できないという欠点がある。よって手振れ補正システム動作中も動きベクトル検知回路17は低周波の像振れを検知する。そこでこの像振れ信号を第1係数発生回路22aで変換し、この信号と第2係数発生回路33を通過した手振れ信号とを合成回路41にて合成する。そしてその合成出力にて手振れ補正アクチュエータ42を駆動すれば、低周波域から高周波域までの広帯域の手振れ補正システムが実現され、手振れ補正能力が高められる。ひいては画素ずらし時の像振れもさらに減少し、画像の高精細化に貢献する。

【0116】図16、図17は第4の実施の形態におけるカメラ本体及び交換レンズ内の各マイコンの制御フローを示すフローチャートである。まず、前述の図1を参照しながら図16を用いて、カメラ内マイコンCCPUの制御フローを説明する。カメラ本体CMR側の電源スイッチ（メインスイッチ）SWMNがオンされると、カメラ内マイコンCCPUへの給電が開始され、ステップ（401）を経てステップ（402）からの動作を開始する。ステップ（402）においては、リリースボタンの第1段階押下によりオンとなるSW1の状態検知を行い、このスイッチSW1がオフの時にはステップ（403）へ移行する。そして、このステップ（403）において、交換レンズLNS側へ像振れ補正動作を停止する命令を送信する。上記ステップ（402）、（403）はスイッチSW1がオンとなるか、或いは電源スイッチSWMNがオフとなるまで繰り返して実行される。

【0117】上記フローを実行中にスイッチSW1がオンされると、ステップ（402）からステップ（411）へ移行する。ステップ（411）においては、カメラ内マイコンCCPUはラインDCLを介してレンズ内マイコンLCPUに対し、像振れ補正開始命令を送信する。次のステップ（412）においては、レンズの開放Fナンバー、焦点距離等のレンズ固有のパラメータをカメラ内マイコンCCPUが取得するパラメータ通信を行う。ステップ（413）ではセンサSNSによって被写体輝度を測定し、撮像素子の像信号蓄積時間や絞り制御値を演算して、その結果をレンズ内マイコンLCPUにも送信する。ステップ（414）ではセンサSNSにより焦点状態を検出し、その結果をレンズ内マイコンLC

PUにも送信する。

【0118】ステップ（415）では前述の画素ずらしモード選択スイッチSWSFの状態検知を行うとともに、前記測光結果等を基に画素ずらし実行の可否や画素ずらし回数等の画素ずらし条件を設定する。ステップ（416）ではドライバIMDRを介して、撮像素子IMSの電荷蓄積、及び蓄積した電荷の転送・読み出し制御を行う。ステップ（417）では、制御ステップ（416）で読み出した画像信号をカメラ内マイコンCCPU内のRAMに一時記憶する。ステップ（418）では上記RAMに記憶された2組の画像から動きベクトルを検知する。なお当ステップを最初に実行する時は画像信号は1組しかないため、この時は動きベクトルはゼロが出力される。

【0119】ステップ（419）では前ステップで検知した動きベクトルをレンズ内マイコンLCPUに送信する。ステップ（420）では、リリースボタンの第2段階押下によりオンとなるSW2の状態検出を行い、このスイッチSW2がオフの時にはステップ（411）へ戻り、ステップ（411）ないしステップ（419）を繰り返して実行する。ステップ（420）でSW2がオンと判定されたらステップ（421）へ移行する。ステップ（421）では図6に示した第1の実施の形態のステップ（117）ないしステップ（122）と同様の画素ずらし制御を実行する。ステップ（422）ではレンズ内マイコンLCPUに対し、画素ずらしが完了したことを送信する。ステップ（423）では画素ずらしによって得た複数の画像信号を合成し、1つの高精細画像を作成する。ステップ（424）では上記ステップ（423）で得た画像をメモリMEMに記録する。

【0120】以上で撮影動作が終了し、ステップ（402）へ戻る。そして当ステップ（402）でスイッチSW1がオンの状態であればステップ（411）以降の動作を繰り返し、スイッチSW1がオフであれば、ステップ（403）でレンズ内マイコンLCPUに対し、像振れ補正動作の停止を命令する。

【0121】図17はレンズ内マイコンLCPUの制御を示すフローチャートである。図17において、カメラ側の電源スイッチSWMNのオンにより、交換レンズ側にも電源が供給されると、ステップ（431）よりステップ（432）へ進む。ステップ（432）においてはIS開始命令の判別を行い、カメラ本体CMRからIS開始命令が来ていない時はステップ（433）へ進む。ステップ（433）においてはIS停止命令の判別を行い、カメラ本体CMRからIS停止命令が来ていない時はステップ（432）へ戻る。IS停止命令が来ている時はステップ（434）へ進み、ピッチ及びヨー方向の像振れ補正アクチュエータIACを停止する。ステップ（432）ないしステップ（434）を実行中にカメラ内マイコンCCPUよりIS開始命令が送信される

と、ステップ(432)よりステップ(441)へ移る。

【0122】ステップ(441)では振れ検知センサGRP、GRYを起動し、ピッチ、ヨー方向の手振れ信号を入力する。ステップ(442)は図16のステップ(412)に相当し、カメラ内マイコンCCPUの要求に従ってレンズ固有のパラメータをカメラ側に送信する。ステップ(443)では光学系のズーム状態、フォーカス状態を検出するために、ズームエンコードZENC、フォーカスエンコードFENCを検知する。ステップ(444)では前記ステップ(443)の検知結果に基づいて、画素ずらしのための第1係数及び手振れ補正のための第2係数をROMテーブル内から読み出す。ステップ(445)ではステップ(441)で得た手振れ信号とステップ(444)で得た第2係数に基づいて像振れ補正アクチュエータIAC Tを駆動制御し、手振れによる像振れを解消させる。

【0123】ステップ(446)ではカメラ内マイコンCCPUから入手した測光情報を基に、アクチュエータDACTを介して絞りDFMを駆動し、光量を調節する。ステップ(447)ではカメラ内マイコンCCPUから入手した焦点検出情報を基に、フォーカシングアクチュエータFACTを駆動し、焦点調節する。ステップ(448)では図16のステップ(419)に対応する動きベクトルの受信を行う。ステップ(449)ではステップ(448)で得た動きベクトル信号とステップ(444)で得た第1係数に基づいて像振れ補正信号を生成し、この信号と振動ジャイロから得た手振れ補正信号とを合成する。そしてこの合成信号により像振れ補正アクチュエータIAC Tを駆動制御することで、より広帯域の手振れ補正を実現する。

【0124】ステップ(450)では画素ずらしのためのタイミングパルスの受信有無を判断する。そしてタイミングパルスを受信していなければ、ステップ(441)に戻り、手振れ補正、絞り制御、焦点調節、動きベクトル受信を繰り返して実行する。ステップ(450)でタイミングパルスの受信を確認すると、ステップ(451)へ進む。ステップ(451)では画素ずらしのために第2群をピッチ或いはヨー方向に駆動するための基準波形を生成する。ステップ(452)では前記ステップ(451)で生成した画素ずらし基準波形に、ステップ(444)で読み出した第2係数を乗じた画素ずらし駆動波形を生成し、これと手振れ補正用の信号を合成する。そしてこの合成信号に従って像振れ補正アクチュエータIAC Tを駆動制御することで、手振れ補正と画素ずらしのための像駆動が同時にかつ正確に実行される。

【0125】ステップ(453)ではカメラ内マイコンCCPUから画素ずらし完了信号が送信されているか否かの判定を行い、未送信であれば画素ずらしは完了していないのでステップ(450)へ戻り、次のタイミング

パルスの受信を待つ。そしてステップ(450)ないしステップ(453)を所定回数実施し、画素ずらし動作終了後に送信される画素ずらし完了信号を受信したら、ステップ(453)よりステップ(432)へ戻る。そしてステップ(432)でIS開始命令を受信せず、ステップ(433)でIS停止命令を確認したら、ステップ(434)で像振れ補正アクチュエータIAC Tを停止し、撮影に伴う一連のレンズ制御動作が終了する。

【0126】上記第4の実施の形態によれば、前記第1の実施の形態の効果のほかに、

(6) 動きベクトル信号を第1係数で変換し、手振れ信号を第2係数で変換し、両者の合成信号にて像振れ補正光学系を駆動することにより、手振れ補正帯域を高帯域化できる。

(7) ズーム、フォーカス状態に応じた第1係数及び第2係数を用いることにより、ズーム、フォーカス状態が変化しても常に正確な手振れ補正が可能である。という効果がある。なお第4の実施の形態は画素ずらし機能の有無に拘わらず効果を発揮するものである。

【0127】(他の変形例) 前記第1ないし第4の実施の形態では、手振れ補正及び画素ずらしのための像移動手段として、結像光学系内のレンズ群を光軸に対して垂直方向にシフトさせ、これによる光軸偏向作用を利用していた。その代わりに結像光学系の一部に、2枚の透明平行平板とこれに封止された透明液体からなる、いわゆる可変頂角プリズムを用いることも可能である。また第2及び第3の実施の形態はいかなる結像光学系の方式に対しても有効であり、また手振れ補正機構の有無に拘わらずその効果を発揮する。

【0128】(第5の実施の形態) 図18は第5の実施の形態によるカメラ内マイコンCCPUの制御フローであり、図6の第1の実施の形態の制御フローとステップ(115)以外は実質的に同じ処理が行われる。ステップ(115)では前述の画素ずらしモード選択スイッチSWSFの状態検知を行うとともに、前記ステップ(113)、(114)による測光結果、焦点検出結果等を基に、画素ずらし制御形態及び撮像素子の露光制御形態等の条件を設定する。詳しくは後述する。

【0129】なお、レンズ内マイコンLCPUの制御フローは第1の実施の形態による図7の制御フローと実質的に同じである。

【0130】次に図19ないし図21を用いて第5の実施の形態の露光量制御方法の詳細について説明する。まず、図20を用いて一般的な撮像素子の受光特性を説明する。図20はフィルム或いは撮像素子の特性曲線で、横軸は露光量、縦軸は銀塩フィルムであれば像濃度、撮像素子であれば出力電圧である。そして被写体を一定の絞り値とシャッター秒時で撮影する場合、図の横軸は被写体輝度とみなすこともできる。図20において、破線は銀塩フィルムを、実線はCCD等の撮像素子の特性曲

線を表わす。そして銀塩フィルムが広ダイナミックレンジを有するのに対し、撮像素子のダイナミックレンジは狭く、 H_1 から H_2 の輝度範囲の被写体しか再生できない。

【0131】図19は露光量設定フローで、図6のステップ(115)を詳述したものである。ステップ(181)は、図6のステップ(113)で測光された被写体をブロック分割するステップである。その方法を図21を用いて説明する。図21は図1に示した焦点検出及び測光用センサSNSの検出領域を示す図である。このセンサSNSの検出領域は撮像素子IMSの受光領域とほぼ同一の検出範囲を有し、かつその検出領域は同図のごとく、 $8 \times 12 = 96$ の領域に分割され、各領域毎に焦点検出及び被写体輝度検出が可能となっている。なおセンサSNSの構成は例えば1対の2次結像光学系と、各々の2次結像光学系に設けられた2次元イメージセンサで構成された2次結像位相差検出方式の焦点検出手段によって実現できる。

【0132】センサSNS上には図21に示すごとく被写体像が形成されており、この被写体像の焦点検出結果及び輝度測定結果から、被写体領域はBK1ないしBK5の5つのブロックに分類される。ここで各ブロック内には、ほぼ同一の距離及び輝度レベルを有する被写体が含まれる様にブロック分割がなされる。

【0133】続いて図19に戻り、ステップ(182)では上記分割されたブロックの中から、所定のアルゴリズムに従って主被写体を類推する。具体的には、

- ・ 撮影者によって焦点検出領域が設定されていれば、その領域に含まれる被写体为主被写体
- ・ 焦点検出領域が自動選択モードに設定されていれば、画面中央近傍でかつ比較的近距离の被写体
- ・ 撮影者によって測光領域が選択されていれば、その測光領域に含まれる被写体为主被写体
- ・ ファンインダー内における撮影者の視線方向を検出する機能を備えたカメラであれば、撮影者の注視方向の被写体

等の判定によって主被写体を類推できる。本実施の形態では上記アルゴリズムに従い、人物を含んだブロックBK3が主被写体であると判断する。

【0134】続いてステップ(183)では、前記分割されたブロックと主被写体類推結果から、ブロックのグループ化を行う。これは、本発明の主たる作用が画素ずらしの際の露光量調節にあり、露光量調節回数は画素ずらし回数以下にならざるを得ない。そこで前記多数のブロックを少数のグループに整理して露光量調節数を画素ずらし回数以下にする。具体的には次に示すように、BK1、BK2を高輝度グループGP1に、主被写体が含まれるブロックBK3を中輝度グループGP2に、ブロックBK4、BK5を低輝度グループGP3に設定する。

BK1、BK2 → GP1 (高輝度グループ)
BK3 → GP2 (中輝度グループ)
BK4、BK5 → GP3 (低輝度グループ)

【0135】続いてステップ(184)では、前ステップ(183)で決定した各グループ内における被写体の平均輝度を計算する。ステップ(185)では、上記平均輝度に対する適正露光量 E_1 ないし E_n (ここでは $n=3$)を演算する。ステップ(186)では、上記適正露光量を得るための絞り値と露光時間 t_{e1} ないし t_{en} を、所定のプログラム線図に従って演算する。ステップ(186)実行後は、図6のステップ(116)に戻り、画素ずらし及び撮像素子IMSの露光(電荷蓄積)を実行する。

【0136】図22は前記図6及び図19のフローによるカメラ及びレンズの動作を説明するタイミングチャートである。(a)、(b)はそれぞれカメラのリリースボタンに連動したスイッチSW1、SW2の状態を示す。(c)は画素ずらしのタイミング制御用トリガ信号である。(d)は撮像素子IMSの電荷蓄積タイミングを示す。(e)、(f)はピッチ及びヨー方向の画素ずらし基準波形を示す。(g)、(h)は振れ検知センサGRP、GRYが検知した手振れ波形で、ここでは検知信号を適宜積分等の処理を行った後の振れ変位波形が示されている。(i)、(j)は像振れ補正用第2レンズ群のピッチ、ヨー方向の駆動変位を示す。

【0137】以下図22を用いて図6及び図19のフローをまとめて概説する。時刻 t_1 においてスイッチSW1がオンされると、手振れ信号(g)、(h)が出力される。すると、この信号に第2係数を乗じた値に従って第2レンズ群が波形(i)、(j)のごとく駆動制御され、手振れ補正がなされる。時刻 t_2 においてスイッチSW2がオンされると、所定時間後の時刻 t_{11} に第1のタイミングパルスTP1が発生される。するとこれを受けて、撮像素子IMSは図19のステップ(186)で演算した中輝度グループGP2に適した露光時間 t_{e2} の露光を行うべく、時刻 t_{12} から時刻 t_{13} の期間中に受光部の電荷蓄積を行う。

【0138】時刻 t_{13} で電荷蓄積が終了すると、蓄積電荷の転送・読み出しと共に、ヨー方向の画素ずらし基準波形(f)が発生される。するとヨー方向のレンズ変位(j)は、基準波形(f)に第1係数を乗じた値と上記手振れ補正波形を加算した指令値にて駆動される。時刻 t_{11} から所定時間経過後の時刻 t_{21} には第2のタイミングパルスTP2が発生される。すると同様に撮像素子IMSは、時刻 t_{22} から時刻 t_{23} の期間中に受光部の電荷蓄積を行う。ここでの露光時間は図19のステップ(186)で演算した高輝度グループGP1に適した露光時間 t_{e1} が設定される。そして時刻 t_{23} で電荷蓄積が終了すると、蓄積電荷の転送・読み出しと共に、ピッチ方向の画素ずらし基準波形(e)が発生される。するとピッ

チ方向のレンズ変位（i）も、この基準波形（e）に第1係数を乗じた値と上記手振れ補正波形を加算した指令値にて駆動される。

【0139】時刻 t_{21} から所定時間経過後の時刻 t_{31} には第3のタイミングパルスTP3が発生される。すると同様に撮像素子IMSは、時刻 t_{32} から時刻 t_{33} の期間中に受光部の電荷蓄積を行う。ここでの露光時間は再び前記中輝度グループGP2に適した露光時間 t_{e2} が設定される。そして時刻 t_{33} で電荷蓄積が終了すると、蓄積電荷の転送・読み出しと共に、ヨー方向の画素ずらし基準波形（f）は元の値に戻される。するとヨー方向のレンズ変位（j）は、手振れ補正波形のみに応答した指令値にて駆動される。

【0140】時刻 t_{31} から所定時間経過後の時刻 t_{41} には最後のタイミングパルスTP4が発生する。すると同様に撮像素子IMSは、時刻 t_{42} から時刻 t_{43} の期間中に受光部の電荷蓄積を行う。ここでの露光時間は図19のステップ（186）で演算した低輝度グループGP3に適した露光時間 t_{e3} が設定される。そして時刻 t_{43} で電荷蓄積が終了すると、蓄積電荷の転送・読み出しと共に、ピッチ方向の画素ずらし基準波形（e）も元の値に戻される。するとピッチ方向のレンズ変位（i）も、手振れ補正波形のみに応答した指令値にて駆動される。そして時刻 t_5 でスイッチSW1がオフされると、手振れ検知及び第2レンズ群の駆動が停止される。

【0141】上記手振れ補正及び画素ずらし制御中の時刻 t_{11} 、 t_{21} 、 t_{31} 、 t_{41} 、 t_5 における像の位置は前述の図4において、それぞれIM1、IM2、IM3、IM4、IM1となり、各像の上下、左右の位置が画素間隔の半分だけずれた画素ずらしが実現される。そして画素ずらし中の4回の露光時に、各被写体輝度グループ

$$\text{IMG}(u=2i-1, v=2j) \leftarrow \text{IG1}(i, j) \times K_2 \quad \dots\dots\dots (16)$$

$$\text{IMG}(u=2i-1, v=2j-1) \leftarrow \text{IG2}(i, j) \times K_1 \quad \dots\dots\dots (17)$$

$$\text{IMG}(u=2i, v=2j-1) \leftarrow \text{IG3}(i, j) \times K_2 \quad \dots\dots\dots (18)$$

$$\text{IMG}(u=2i, v=2j) \leftarrow \text{IG4}(i, j) \times K_3 \quad \dots\dots\dots (19)$$

の式に従えば、4組の画像信号から1組の高精細画像信号を生成できる。ここで K_1 ないし K_3 は、露光時間の

$$K_1 = C/t_{e1} \quad \dots\dots\dots (20)$$

$$K_2 = C/t_{e2} \quad \dots\dots\dots (21)$$

$$K_3 = C/t_{e3} \quad \dots\dots\dots (22)$$

で表される。ここでCは定数のため、 $K_1 > K_2 > K_3$ の大小関係となる。

【0145】図23はこの作用を説明するためのもので、図20と同じく横軸は被写体輝度、縦軸は出力電圧である。ここでは露光時間の一番長い画像信号組IG4の補正係数 K_3 を1とし、IG1、IG3は K_2 倍、I

に適した露光量が与えられる。なお画素ずらし基準波形が矩形波ではなく台形波となっているのは、第2レンズL2の急激な位置変化による衝撃を緩和するためである。

【0142】次に前記図9及び図10を用いて本実施の形態による画素ずらしにより得た複数組の画像信号を合成し、1組の高精細画像信号を生成する原理について説明する。図9は前述したように、画素ずらしにおける像と撮像素子の相対位置関係を説明する図である。図9の（a）は図4でも説明したもので、カメラ内に固定された撮像素子の画素に対して像がIM1→IM2→IM3→IM4→IM1の順に移動することを示している。これは（b）のごとく、不動の像に対して撮像素子の位置がIG1→IG2→IG3→IG4→IG1の順に移動するのと全く等価である。そして本実施の形態では、画素ずらしの各ステップ、すなわち撮像素子の位置に応じて露光時間を変えているため、露光時間の多寡を図9（b）において、丸の大小で示してある。

【0143】次に、上記動作によって得た複数の画像を合成する方法を説明する。まず、撮像素子がIG1に位置する時の各画素の出力信号を $\text{IG1}(i, j)$ とする。ここで撮像素子は $(m \times n)$ 画素のエリアセンサである。同様にIG2、IG3、IG4に位置する時の出力信号を $\text{IG2}(i, j)$ 、 $\text{IG3}(i, j)$ 、 $\text{IG4}(i, j)$ とする。これらの4組の画像信号の合成方法を説明したものが図10である。

【0144】4組の $(m \times n)$ 画素の信号を合成した $(2m \times 2n)$ 画素の新たな画像信号組を $\text{IMG}(u, v)$ とする。そして画像信号 $\text{IMG}(u, v)$ の左上の4画素は、4組の元の画素を図のごとく組み立てたものである。そこでこの図を基に画像復元方法を考えると、

$$\leftarrow \text{IG1}(i, j) \times K_2 \quad \dots\dots\dots (16)$$

$$\leftarrow \text{IG2}(i, j) \times K_1 \quad \dots\dots\dots (17)$$

$$\leftarrow \text{IG3}(i, j) \times K_2 \quad \dots\dots\dots (18)$$

$$\leftarrow \text{IG4}(i, j) \times K_3 \quad \dots\dots\dots (19)$$

違いによる各画像信号組の出力レベルのずれを補正する係数で、

$$\dots\dots\dots (20)$$

$$\dots\dots\dots (21)$$

$$\dots\dots\dots (22)$$

G2は K_3 倍して合成する。また元の画像信号出力の有効範囲を V_{\min} と V_{\max} の間の範囲とし、画像信号組IG4の上限領域、画像信号組IG1、IG3の上下限領域、及び画像信号組IG2の下限領域では該有効範囲外の出力信号は用いずに、画素ずらしによる画像合成後に周囲の画素を用いた補間演算により、画像信号を得る。

【0146】すなわち、露光時間の短い画素組は画像信号に再生する時点で出力電圧の増幅率を上げ、反対に露光時間の長い画素組は出力電圧の増幅率を下げることで、合成された高精細画像の各画素の再生レベル正規化を図っている。そして1つの画素組では飽和しているが、他の画素組では飽和が生じていない領域では、飽和していない画像信号から飽和した画像信号を補間により生成する。以上の操作により、H3からH4までの輝度範囲の被写体像を忠実に再現できる。

【0147】本実施の形態では、画素ずらし操作における4回の露光のうち、2回は主被写体の輝度レベルに合わせた同一の露光時間としている。これは主被写体に適した露光の回数を多くし、主被写体の画像情報になるべく多く得られるようにしたためである。また本実施の形態では、画像合成時の信号正規化を露光時間の伸縮により制御しているが、複数組の画像信号の同一撮影領域での出力値が等しくなるように補正を行ってもよい。なお本実施の形態での画素ずらし及び画像合成方法は、白黒撮像素子或いは色分解プリズムを用いた多板式カラー撮像素子に適用されるもので、モザイク型色フィルターを用いた単板式カラー撮像素子では画素ずらし量や画像合成方法の点で多少の違いはあるが、基本的な考えは同一である。

【0148】上記第5の実施の形態によれば、

(1) 多分割センサで測光した被写体の輝度分布情報から、画素ずらし実行時の各画像の露光レベルを調整し、これらを合成することにより、高精細かつ広ダイナミックレンジの画像を得ることができる。

(2) 主被写体類推手段を有し、その検出結果に基づいて露光レベルを調整するため、主被写体の画像再現性が高まる。

(3) 画素ずらしに伴う複数回の露光のうち、主被写体の輝度レベルに適した露光の回数を多くするため、主被写体の画像再現性がさらに高められる。という効果がある。

【0149】(第6の実施の形態) 前記第5の実施の形態は画素ずらし回数は固定で、被写体輝度状況に応じて

$$\delta = f \times \omega_{\text{peak}} \times t_{\text{exp}}$$

に従って、手振れ補正不作動時の露光中の像振れ量最大値 δ を演算する。ただし f は結像光学系の焦点距離、 t_{exp} は測光結果から導かれた主被写体の露光秒時、すなわち電荷蓄積時間である。ここで導かれた像振れ量 δ は、画素ずらしを実行すべきか否かの判定をするための手振れ指標として、以下のステップで利用される。ステップ(265)では像振れ量 δ の大きさ判定を行う。そして像振れ量 δ が所定値DEL1以下なら、手振れによる像劣化の影響が少なく、画素ずらしによって十分な高精細化が可能であるとして、ステップ(271)で画素ずらし回数 N_{sf} を4回に設定する。ここで画素ずらし回数が4回というのは第5の実施の形態で説明した画素ず

露光レベルを調整する実施の形態であった。以下に示す第6の実施の形態は、カメラの撮影状態に応じて最適な画素ずらしモードを選択、かつ選択された画素ずらしモードに適した露光レベル調整を行う実施形態を示す。図24は第6の実施の形態の制御フローの一部、前記図12は第2の画素ずらしモード原理図、図13は第2の画素ずらしモードにおける画像合成の原理説明図である。以下、図面を用いて第6の実施の形態の動作を説明する。

【0150】第6の実施の形態のカメラの制御フローは、図18に示した第5の実施の形態のカメラの制御フローと基本的な部分は同一であるが、ステップ(115)或いは図19の「露光・画素ずらし条件設定」部分を図24に示すサブルーチンとすることで、第6の実施の形態特有の作用を実現させている。以下、図18及び図24を用いて第6の実施の形態のフローを説明するが、図18のフローについては第5の実施の形態で詳細な説明を行っているため、ここでは簡単に説明する。

【0151】図18において、ステップ(102)でSW1がオンと判断されるとステップ(111)へ移り、ステップ(111)、ステップ(112)でIS開始命令の送信と、パラメータ通信を行う。続いてステップ(113)、ステップ(114)で測光及び焦点検出を行い、その結果をレンズ内マイコンLCPUにも送信する。次のステップ(115)では図24に示すフローを実行する。図24のステップ(261)では、第5の実施の形態の図19のステップ(181)と同様に、測光センサSNS上に投影された被写体を複数のブロックにブロック化する。続いてステップ(262)では、図19のステップ(182)と同様に、上記複数ブロックの中から主被写体を類推する。ステップ(263)では、レンズ内マイコンLCPUに対し、所定時間内の手振れ角速度ピーク値 ω_{peak} の送信要求を行う。するとレンズ内マイコンLCPUは、例えば2秒間中のピッチ或いはヨー方向の手振れ角速度最大値 ω_{peak} をカメラ内マイコンCCPUに送信する。

【0152】ステップ(264)では次式

$$\dots\dots\dots (23)$$

らし及び画像合成方法のことであり、これを第1の画素ずらしモードと称する。第1の画素ずらしモード時は、ステップ(272)以降を実行する。

【0153】ステップ(272)ないしステップ(275)では、図19のステップ(183)ないしステップ(186)と同一の動作を実行し、4回の画素ずらし操作時の各露光時間 t_{e1} ないし $t_{\text{en=3}}$ を決定する。ステップ(275)実行後はステップ(266)に進む。ステップ(265)で像振れ量 δ が所定値DEL2以下(ただしDEL2>DEL1)と判定されたらステップ(281)で画素ずらし回数 N_{sf} を2回に設定する。これは手振れ補正を実行しても手振れによる若干の画質劣化が

予想されるため、画素ずらし回数が少ないモード（これを第2の画素ずらしモードと称する）を選択して、手振れによる画質低下と画素ずらしによる画質向上の最適化を図るためである。第2の画素ずらしモードではステップ(282)以降を実行する。

【0154】ステップ(282)では、主被写体の次に重要な従被写体を推定する。例えばステップ(261)で分割された各ブロックのうち、面積の一番大きなブロックが従被写体と類推される。ステップ(283)では、ステップ(262)で決定された主被写体及びステップ(282)で決定された従被写体の輝度計算を行う。ステップ(284)では、上記ステップ(283)で計算された輝度から、主・従被写体の輝度に適する露光量 E_{main} 、 E_{sub} が演算される。ステップ(285)では、上記ステップ(284)で計算された露光量から、主・従被写体の輝度に適する露出時間 t_{main} 、 t_{sub} が演算される。ステップ(285)実行後はステップ(266)に進む。なお第2の画素ずらしモードについては後述する。ステップ(265)で像振れ量 δ が所定値DEL2より大きいと判定されたらステップ(291)で画素ずらし回数 N_{SF} を1回、すなわち画素ずらし非実行に設定する。これは手振れ補正を実行しても、手振れによる画質劣化の影響が画素ずらしによる画質向上を上回ることが予想されるため、画素ずらしを禁止する。

【0155】ステップ(293)では、ステップ(262)で決定された主被写体の輝度計算を行う。ステップ(294)では、上記ステップ(293)で計算された輝度から、主被写体の輝度に適する露光量 E_{main} が演算される。ステップ(295)では、上記ステップ(294)で計算された露光量から、主被写体の輝度に適する露出時間 t_{main} が演算される。ステップ(295)実行後はステップ(266)に進む。ステップ(275)、ステップ(285)或いはステップ(295)を実行後は、ステップ(266)へ移行する。ステップ(266)ではレンズ内マイコンLCPUに上記フローで決定した画素ずらしモードを送信する。ステップ(267)ではカメラ内の表示手段DISPに上記画素ずらしモードの種別を表示して、撮影者にどのモードで撮影が行われるのかを報知する。ステップ(267)実行後は図18のステップ(116)に戻る。

$$IMG2(u=2i-1, v=2j) \leftarrow IG21(i, j) \times K_{main} \quad \dots\dots\dots (24)$$

$$IMG2(u=2i, v=2j-1) \leftarrow IG22(i, j) \times K_{sub} \quad \dots\dots\dots (25)$$

$$IMG2(u=2i-1, v=2j-1) \leftarrow \{ IG21(i, j) \times K_{main} + IG22(i, j) \times K_{sub} + IG21(i, j-1) \times K_{main} + IG22(i-1, j) \times K_{sub} \} / 4 \quad \dots\dots\dots (26)$$

$$IMG2(u=2i, v=2j) \leftarrow \{ IG21(i, j) \times K_{main} +$$

【0156】ステップ(116)ではスイッチSW2の判別を行い、SW2がオンならステップ(117)へ進む。ステップ(117)ないしステップ(122)では第5の実施の形態と同様に画素ずらしを実行するが、第6の実施の形態では前述のごとくステップ(271)ないしステップ(295)で複数の画素ずらしモードを選択的に用いるため、ステップ(117)ないしステップ(122)でも各画素ずらしモードに応じた動作で制御される。続いてステップ(123)ではレンズ内マイコンLCPUに画素ずらし完了通信を行い、ステップ(124)へ進む。ステップ(124)でも前記複数の画素ずらしモードに応じた画像合成を選択して行う。ステップ(125)では前ステップで合成された画像を記録し、ステップ(102)へ戻る。

【0157】第2の画素ずらしモード、すなわち画素ずらし回数が2回の時の作用について前記図12を用いて説明する。なお、この図12は、第1、第5の実施の形態における図9に相当する。図12の(a)は受光素子に対する画像の移動を示したものである。画像のある点はまずIM21に位置した状態で、主被写体の輝度に適した露光条件で受光素子の電荷蓄積・読み出しがなされる。ついで画素ずらし動作で像がIM22に移動した後、被写体の輝度に適した露光条件で再び受光素子の電荷蓄積・読み出しがなされる。そして像は元の位置IM21に戻される。図12の(b)は上記像の動きを撮像素子の動きに置き換えたもので、最初IG21に位置する撮像素子は露光時間 t_{main} で露光される。続いて画素ずらし動作によってIG22に移動し、露光時間 t_{sub} で露光された後にIG21に戻る。

【0158】図13は第2の画素ずらしモードにおける画像合成方法を説明する図である。第2の画素ずらしモードではIG21(i, j)とIG22(i, j)の2組の画像、すなわち合計(2×m×n)個の画像信号から、(4×m×n)個で構成されるIMG2(u, v)の画像信号を合成する。そのために図13に示すごとく、IMG2(u, v)の黒丸で示す画素はIG21(i, j)或いはIG2(i, j)の画素をそのまま用い、白丸で示す画素はその周辺の4画素(4画素が無い時は2或いは3画素)の平均値から合成する。

【0159】これを式で表すと

$$\{ IG22(i, j) \times K_{sub} + IG21(i+1, j) \times K_{main} + IG22(i, j+1) \times K_{sub} \} / 4$$

..... (27)

と表わせる。ここで K_{main} 及び K_{sub} は、第1の実施の形態と同じく露光時間の違いによる各画像信号組の出力

$$K_{main} = C / t_{emain}$$

$$K_{sub} = C / t_{esub}$$

で表わせる。

【0160】上記第6の実施の形態によれば、前記第5の実施の形態の効果のほかに、

(4) 手振れ量に応じて最適な画素ずらしモードを選択し、かつ選択された画素ずらしモードに適した露光レベル調節を行うため、撮影状況に応じて精細度及ダイナミックレンジのバランスの取れた画像を得ることができる。という効果がある。

【0161】(第7の実施の形態) 前記第6の実施の形態は手振れに応じた最適画素ずらし及び露光調整モードを選択する実施形態を示した。以下に示す第7の実施の形態は、撮影者により設定されたカメラの撮影モードから画素ずらし実行の適否を判断し、画素ずらしモード及び露光調整モードを切り替える実施形態を示す。第7の実施の形態のカメラの制御フローも前記第6の実施の形態と同様に、基本的な部分は図18に示したカメラの制御フローと同一であり、ステップ(115)の「露光・画素ずらし条件設定」部分を図25に示すサブルーチンとすることで、第7の実施の形態特有の作用を実現させている。以下、図18及び図25を用いて第7の実施の形態のフローを説明するが、図18のフローについては第5の実施の形態で詳細な説明を行っているため、ここでは簡単に説明する。

【0162】図18において、ステップ(102)でSW1がオンと判断されるとステップ(111)へ移り、ステップ(111)、ステップ(112)でIS開始命令の送信と、パラメータ通信を行う。続いてステップ(113)、ステップ(114)で測光及び焦点検出を行い、その結果をレンズ内マイコンLCPUにも送信する。次のステップ(115)では図25に示すフローを実行する。図のステップ(361)では、図19のステップ(181)と同様に、測光センサSNS上に投影された被写体を複数のブロックにブロック化する。続いてステップ(362)では、図19のステップ(182)と同様に、上記複数ブロックの中から主被写体を類推する。ステップ(363)ではカメラCMRの撮影モード選択スイッチSWMODの状態判別を行い、撮影者によって設定された露出制御モード等の撮影条件を認識する。

【0163】ステップ(364)では撮影モードが風景モードか否かの判別を行う。風景モードとは絞り制御値を小絞り(大Fナンバー)として被写界深度を深くする露出制御モードである。そして風景モード設定時は被写

レベルのずれを補正する係数で、

..... (28)

..... (29)

体が静止しており、カメラもしっかりとホールディングされて手振れも生じにくいと予想されるため、ステップ(371)に進んで画素ずらしを4回行う高精細モードに設定する。ステップ(364)で風景モードでないと判定されたらステップ(365)へ進む。ステップ(365)では撮影モードがポートレートモードか否かの判別を行う。ポートレートモードは絞り制御値を開放近傍絞り(小Fナンバー)として被写界深度を浅くする露出制御モードである。ポートレートモード時も風景モードと同様の撮影状態であると予想されるため、ステップ(371)へ進む。ステップ(365)でポートレートモードでないと判定されたらステップ(366)へ進む。

【0164】ステップ(366)では撮影モードがスポーツモードか否かの判別を行う。スポーツモードは露出秒時を高連秒時にして被写体の動きを止める露出制御モードである。スポーツモード選択時は被写体が動いており、カメラにはパンニング操作、すなわち大きな手振れと同様のカメラの運動が生じると予想される。また画素ずらし動作中の被写体の動きにより被写体振れも発生し、画素ずらしによる高詳細化が期待できないばかりか、かえって不自然な写真になってしまうことも予想される。従ってスポーツモード設定時はステップ(391)へ進み、 $N_{SF}=1$ すなわち画素ずらしを禁止する。ステップ(366)でスポーツモードでないと判定されたら、すなわち風景、ポートレート、スポーツのいずれのモードでも無いと判定されたらステップ(381)へ進み、画素ずらし回数を2回に設定する。

【0165】ステップ(371)ないしステップ(375)、ステップ(381)ないしステップ(385)、ステップ(391)ないしステップ(395)は、図24に示した第6の実施の形態のステップ(271)ないしステップ(275)、ステップ(281)ないしステップ(285)、ステップ(291)ないしステップ(295)と同一内容の動作を実行する。すなわち、各画素ずらしモードに応じた露光調節量を決定するが、詳しい動作は第6の実施の形態で説明済みのため、省略する。ステップ(375)、ステップ(385)或いはステップ(395)を実行後は、ステップ(367)へ移行する。ステップ(367)ではレンズ内マイコンLCPUに上記フローで決定した画素ずらしモードを送信する。ステップ(368)ではカメラ内の表示手段DISPに上記画素ずらしモードの種別を表示して、撮影者に

どのモードで撮影が行われるのかを報知する。ステップ(368)実行後は図18のステップ(116)に戻る。

【0166】ステップ(116)ではスイッチSW2の判別を行い、SW2がオンならステップ(117)へ進む。ステップ(117)ないしステップ(122)では第6の実施の形態と同様に選択された画素ずらしモードに従って画素ずらしが実行される。続いてステップ(123)ではレンズ内マイコンLCPUに画素ずらし完了通信を行い、ステップ(124)へ進む。ステップ(124)でも前記複数の画素ずらしモードに応じた画像合成を選択して行う。ステップ(125)では前ステップで合成された画像を記録し、ステップ(102)へ戻る。

【0167】上記第7の実施の形態によれば、前記第5の実施の形態の効果のほかに、

(5) 撮影者により設定されたカメラの撮影モードから画素ずらし実行の適否を判断し、画素ずらしモードを切り替えることにより、カメラ及び被写体の動きに適した画素ずらし動作が実行できる。その結果、撮影状況に応じて精細度及びダイナミックレンジのバランスの取れた画像を得ることができる。という効果がある。また、本実施の形態では、撮影モードの一例として露出制御モードを対象としたが、焦点検出モード等に応じて画素ずらしモードを切り替えても良い。

【0168】(他の変形例) 前記第5ないし第7の実施の形態においては、手振れ補正及び画素ずらしのための像移動手段として、結像光学系内のレンズ群を光軸に対して垂直方向にシフトさせ、これによる光軸偏光作用を利用しているが、その代わりに結像光学系の一部に、2枚の透明平行平板とこれに封止された透明液体からなる、いわゆる可変頂角プリズムを用いることも可能である。また、手振れ補正手段を有しない形態においても、本発明の効果は等しく発揮できる。また、画素ずらしの際の複数の画像間での露光量調節方法として、露光時間を可変としたが、絞り値を可変としても構わない。或いは撮影光学系中にEC(エレクトロ・クロミック)素子

$$CR = 1 - \sum \{ ABS(IM2(i) - IM1(i)) / (IM1(i) + IM2(i)) \} \quad \dots\dots\dots (30)$$

ただしABSは絶対値、iは画素番号、 Σ は $i=1$ から所定画素番号までの和演算子と定義すると、図26の例では画素シフト量STが-2の時、相関度CRが最大値1となる。この状態を $ST_{max} = -2$ 、 $CR_{max} = 1$ と表わす。

【0175】図27(a)は2組の画像間隔が画素間隔の整数倍とは異なる場合(同図では1.5画素)の説明図である。図27(b)は第2の画像信号IM2を左方向に1画素分シフトしたもので、相関度CRは0.8となる。そしてさらにもう1画素分シフトしても相関度CRは1にはならない。

または液晶素子等の透過光量調節手段を配置し、その濃度を可変とすることで、露光量を調節しても構わない。また本実施の形態において、露光レベルの異なる複数の画像組を得る際、画素ずらしを行わない形態においても、本発明の効果は発揮できる。この場合は画像の高詳細化の効果はなくなるが、被写体の状態に応じた広ダイナミックレンジ画像を得るという効果が発揮できる。

【0169】(第8の実施の形態) 第8の実施の形態におけるカメラ内マイコンCCPU制御フローは前記図18と実質的に同様に行われるが、ステップ(124)の処理内容が異なる。すなわち、ステップ(124)では画素ずらしによって得た複数の画像信号から像振れを判定し、その判定結果に基づいて所定の方法で画像合成し、1つの高精細画像を作成するサブルーチンである。詳しい動作内容は図33で説明する。

【0170】なお、レンズ内マイコンLCPUの制御フローは前記図7と実質的に同じ処理が行われる。

【0171】また、図18、図7の制御フローによるカメラ及びレンズの動作は前記図8に示すタイミングチャートに沿って第1の実施の形態で説明したのと実質的に同様に行われる。

【0172】次に図26ないし図32を用いて画素ずらしにより得られた複数画像から、手振れによる像振れ判定を行う方法について説明する。図26及び図27は2組の1次元画像信号の相関度から両画像の相対位置ずれ量を算出する原理を示す。両図において、横軸は撮像素子の画素座標、縦軸は各画素の出力信号値である。

【0173】図26(a)のIM1はある時刻に取得された第1の画像信号組の出力、IM2はそれから所定時間後に取得された第2の画像信号組の出力で、両画像は画素ずらし動作或いは手振れによる像振れのために、画素間隔の整数倍だけ位置ずれしているものとする。図26(b)は第2の画像信号IM2を左方向に2画素分シフトしたもので、両画像信号は完全に一致する。

【0174】ここで2画像の相関度(Correlation)CRを、

【0176】この時の画素シフト量STと相関度CRの関係を表わしたものが図28である。図28によると、画素シフト量STを+2から-3まで変化させながら相関度CRを計算すると、画素シフト量STが-1と-2で相関度CRが最大値0.8となる。そこで相関度CRを直線回帰で補間すると、画素シフト量STが-1.5の時、相関度CRが真の最大値0.9になることが判る。すなわち、 $ST_{max} = -1.5$ 、 $CR_{max} = 0.9$ となる。

【0177】上記の説明は2組の1次元画像における像ずれ量の算出方法だが、これを拡張することにより、2

組の2次元画像における上下、左右方向の像ずれ量も算出できる。具体的には特開昭64-10787号公報に開示されているように、2次元の画像信号を上下、左右方向の1次元信号に射影圧縮し、それぞれの相関演算により像の動きベクトルすなわち上下、左右方向の像ずれ量を検出できる。或いは、2次元画像を2方向に順次ずらしながら相関演算し、2次元の動きベクトルを直接求めることも可能である。

【0178】図29は、手振れの影響を受けずに正確な画素ずらし制御が実行された場合の、像移動状況を示す図であり、図4でも説明した像と撮像素子の相対位置関係を示している。図29において、像のある点が左下の画素上の点IM1に位置する状態で第1の画像信号の取得（撮像素子の電荷蓄積及び読み出し）を行う。続いて水平方向（手振れ補正のヨー方向に対応）に0.5画素間隔分の画素ずらしを行って像位置をIM2に移動させ、第2の画像信号を取得する。

【0179】図30は上記図29で取得した第1及び第2の画像信号の相関度CRを示す図である。横軸は2組の画像信号の相関演算を行う際の画素の相対シフト量で、水平方向のシフト量をSTH、垂直方向のシフト量をSTVとしてある。縦軸は相関度CRである。図中のCRHは、2組の2次元画像を水平方向に相対的にSTH画素（±3画素）だけシフトして演算した相関度を、CRVは同じく垂直方向にSTV画素（±3画素）だけシフトして演算した相関度を示す。

$$\delta_H = -0.7 + (-0.5) = -0.2 \quad \dots\dots\dots (31)$$

$$\delta_V = -0.3 + 0 = -0.3 \quad \dots\dots\dots (32)$$

となり、上記 δ_H 、 δ_V がそれぞれ画素ずらし中の水平、垂直方向の手振れによる像振れ量（単位は画素間隔）となる。この像振れ量 δ_H 、 δ_V が所定値、例えば $\delta_{MAX} = \pm 0.1$ 画素間隔を超えると、画素ずらしによる高精細化の効果が打ち消されてしまうため、その時には画素ずらしモードの変更等の対処を行う。

【0183】ここで、本実施の形態では手振れ補正機構が動作しているため、理想的には手振れによる像振れは発生しないはずだが、現実には振れ検知センサの出力エラー、手振れ補正能力以上の大きな振れの発生等で像振れが発生する可能性がある。そして上記原因による像振れは撮影画面の全面に渡って一様に生じる。

【0184】次に画素ずらしにより得た複数組の画像信号を合成して1枚の高精細画像信号を生成する原理については、第1の実施の形態において図9、図10及び式(7)～(10)と共に説明したのと同様の方法に基づくものである。なおこの方法は白黒撮像素子或いは色分解プリズムを用いた多板式カラー撮像素子に適用されるもので、モザイク型色フィルターを用いた単板式カラー撮像素子では画素ずらし量や画像合成方法の点で多少の違いはあるが、基本的な考えは同一である。

【0185】図33は上記図26ないし図32及び図

【0180】ここで図29の画素ずらしは水平方向のみに0.5画素ずらし、垂直方向（手振れ補正のピッチ方向）にはずらしていないため、相関度CRが最大となる画素シフト量（これを最大相関シフト量と称す）は、 $STH_{MAX} = -0.5$ 、 $STV_{MAX} = 0$ となる。またこの時の相関度最大値 CRH_{MAX} 、 CRV_{MAX} は1を若干下回る値となる。これは、第1及び第2の画像が画素間隔の整数倍とは異なるずれ量で取得されたため、各画素の信号が完全には一致していないからである。そしてこの現象は画素ずらしを行っていない上下方向についても当てはまるため、 CRV_{MAX} も1とはならない。

【0181】図31は、画素ずらし制御中に大きな手振れが発生し、手振れ補正を行っても像振れが発生した場合の像移動状況を示す。図31において、像のある点が左下の画素上の点IM1に位置する状態で第1の画像信号の取得を行う。続いて破線矢印のごとく水平方向に0.5画素間隔分の画素ずらしを行ったが、手振れによる像振れが上乗せされ、像位置がIM2に移動した時に、第2の画像信号を取得している。

【0182】図32は上記図31で取得した第1及び第2の画像信号の相関度CRを示す図で、図中の各記号は前記図30と同一の意味を表わす。図32によると、最大相関シフト量は $STH_{MAX} = -0.7$ 、 $STV_{MAX} = -0.3$ となる。そこで図30における手振れが無い場合の最大相関シフト量との差（計算式上は和）を δ_H 、 δ_V とすると、

9、図10で説明した画素ずらし中の手振れ判定と画像合成の作用を示すフロー図で、図6のステップ(124)の画像合成サブルーチンに相当する。まずステップ(161)では、画素ずらし回数カウンタCNTを0に初期化する。ステップ(162)では、前述の式(30)に従って第1及び第2の画像信号組の相関度を演算する。ステップ(163)では、上記相関演算結果から、最大相関シフト量 STH_{MAX} 、 STV_{MAX} を計算する。ステップ(164)では、相関度最大値 CRH_{MAX} 、 CRV_{MAX} を計算する。ステップ(165)では、像振れ量 δ_H 、 δ_V を計算する。ステップ(166)では、カウンタCNTに1を加えて更新する。

【0186】ステップ(167)では、カウンタCNTと画素ずらし回数を表わす所定値 N_{SF} との比較を行う。例えば $N_{SF} = 4$ の場合、ステップ(162)ないしステップ(165)の演算は、第1と第2の画像信号組、第2と第3の画像信号組、第3と第4の画像信号組の間で合計3回行うことになる。従ってCNTが $N_{SF} - 1$ に達していなければステップ(162)に戻って次の画像信号組に対するステップ(162)ないしステップ(166)の演算を繰り返して実行する。CNTが $N_{SF} - 1$ に達したら、ステップ(168)に進む。

【0187】ステップ(168)では、上記ステップ(165)で計算したすべての像振れ量について、所定値 δ_{max} との比較を行う。そしてすべての像振れ量が所定値 δ_{max} より小さければ、画素ずらしによる高精細化が期待できるため、ステップ(169)に進んで図10で示した方法により画像合成を行う。ステップ(170)では正規の画素ずらし動作が実行されたことを、表示手段DISPに表示する。そしてステップ(171)において図6のメインフローにリターンする。一方ステップ(168)において、所定値 δ_{max} 以上の像振れの存在が確認されたら、ステップ(172)へジャンプし、画素ずらしによる画像合成は行わない旨を報知する警告表示を、同じく表示手段DISPに表示する。そしてステップ(171)において図6のメインフローにリターンする。この時は合成画像ではない原画像、例えば第1の画像信号組が最終的な画像信号となる。

【0188】上記第8の実施の形態によれば、

(1) 画素ずらし操作で得た複数の画像信号同士の相関演算結果から手振れによる像振れを抽出し、像振れの大小に応じて画素ずらしによる画像合成の実行可否を選択するため、手振れによる像劣化の影響を抑え、かつ画素ずらしによる高精細な画像信号を得ることができる。

(2) 画素ずらしの実行可否結果を表示手段を用いて撮影者に報知するため、撮影者は得られた画像の精細度を確認できるとともに、手振れによって画素ずらしが実行されなかった時には撮影をやり直す等の対策を講じることができる。

(3) 画素ずらしによる画像の移動毎に像振れ演算を行うため、高精度の像振れ検知ができ、手振れによる画素ずらし動作の失敗を確実に排除できる。という効果がある。

【0189】(第9の実施の形態)前記第8の実施の形態は画素ずらしによる像の移動毎に像振れ検出を行い、1回でも大きな像振れが発生したら画素ずらしを禁止する実施形態であった。以下に示す第9の実施の形態は、画素ずらし実行後に像を初期位置に戻して像振れ判定用の予備画像信号を取得し、これを用いて像振れ検知を行う実施の形態を示す。

【0190】図34は第9の実施の形態の画素ずらし動作時の像移動軌跡、図35及び図36はカメラの制御フローである。以下、図面を用いて第9の実施の形態の動作を説明する。図34において、撮像素子に対して像を破線の軌跡に従って移動させ、5組の画像信号を取得する。しかし、手振れのために実際の像はIM1→IM2→IM3→IM4→IM5のごとく移動するものとする。そして画素ずらしによる高精細化のためにIM1ないしIM4の4組の像を用いる一方、像振れ検知のための相関演算にはIM1及びIM5の2組の像を用いる。すなわち、手振れが無ければIM1及びIM5の2像は完全に一致し、 $STH_{max} = STV_{max} = 0$ 、 $\delta_H = \delta_V$

$= 0$ 、 $CRH_{max} = CRV_{max} = 1$ となるのに対し、手振れが生ずると画素ずらし動作の全行程中の像振れ量積算値が δ_H 、 δ_V として表れる。

【0191】図35はカメラのメインフローである。当フローは、図18に示した第8の実施の形態のカメラの制御フローと基本的な部分は同一であるが、図18のステップ(122)において、画素ずらし実行回数を判定し、条件分岐する部分が異なる。すなわち、図18の第8の実施の形態では画素ずらしによる4組の画像信号取得完了後にステップ(123)に分岐した。一方、図35の本実施の形態では、4組の画像信号取得後に像位置を初期位置に戻し、像振れ検知用に第5組目の画像信号を取得する。そこでステップ(122)において、画素ずらし回数計測用カウンタCNTが $N_{sf} + 1 = 5$ になってからステップ(123)に分岐する。ステップ(123)実行後はステップ(124)において、図36に示すサブルーチンにて画像合成を行う。上記以外のステップは第8の実施の形態の作用と同一のため、説明を省略する。

【0192】図36は、前記図35のメインフロー中の、ステップ(124)の画像合成サブルーチンを示すフロー図で、第8の実施の形態の図33と同様に、画素ずらし中の手振れ判定と画像合成を実行する。まずステップ(461)では、前述の式(30)に従って第1及び第5の画像信号組の相関度を演算する。ステップ(462)では、上記関数演算結果から、最大相関シフト量 STH_{max} 、 STV_{max} を計算する。ステップ(463)では、相関度最大値 CRH_{max} 、 CRV_{max} を計算する。ステップ(464)では、像振れ量 δ_H 、 δ_V を計算するが、本実施の形態ではステップ(462)で計算された最大相関シフト量 STH_{max} 、 STV_{max} が、そのまま像振れ量 δ_H 、 δ_V となる。

【0193】ステップ(465)では、上記ステップ(464)で計算した像振れ量について、第1の所定値 δ_1 との比較を行う。そして像振れ量が第1の所定値 δ_1 より小さければ、手振れによる像振れが極めて小さく、画素ずらしによる高精細化が期待できるため、ステップ(466)に進んで図10で示した方法により4組の画像の合成を行う。ステップ(467)では、4画像合成による画素ずらしを実行したことを、表示部DISPに表示する。そしてステップ(472)に進んで図35のメインフローにリターンする。

【0194】一方ステップ(465)において、像振れ量が第1の所定値 δ_1 以上であると判定されたらステップ(468)へ進む。ステップ(468)では、像振れ量と、第1の所定値 δ_1 より大きな第2の所定値 δ_2 との比較を行う。そして像振れ量が第2の所定値 δ_2 より小さければ、手振れによる像振れがやや大きい、画素ずらしによる高精細化も若干は期待できるため、ステップ(469)に進んで2組の画像の合成を行う。これ

は、画素ずらし回数の増加は画像の高精細化に寄与するが、画像の取得時間が延びて手振れによる画質低下の影響を受けやすくなり、場合によっては画素ずらしを行わない原画像よりも低画質となってしまう場合もある。そこで本実施の形態では、若干の像振れが生じた時には4組全部の画像を用いず、画像の高精細化を若干犠牲にして手振れの影響を排除している。具体的には、第1及び第2の画像信号組を合成して水平方向のみの解像度を向上させる、或いは第1及び第3の画像信号組を合成し、画素の埋まらない空白部は周囲の画像信号を補間して生成する等の方法がある。

【0195】ステップ(469)で所定の画像合成を行ったら、ステップ(470)に進み、2画像合成による画素ずらしを実行したことを、表示手段DISPに表示する。そしてステップ(472)に進んで図35のメインフローにリターンする。一方ステップ(468)において、第2の所定値 δ_2 以上の像振れの存在が確認されたら、像振れがかなり大きく、画素ずらしによってかえって画質が低下する可能性があるため、ステップ(471)へジャンプし、画素ずらしによる画像合成は行わない旨を報知する警告表示を同じく表示手段DISPに表示する。そしてステップ(472)において図35のメインフローにリターンする。この時は合成画像ではない原画像、例えば第1の画像信号組が最終的な画像信号となる。

【0196】上記第9の実施の形態によれば、前記第8の実施の形態の効果(1)(2)を有すると共に、

(4) 2組の画像から画素ずらし動作の全時間中の像振れを検出するため、像振れ判定時間が短くて済む。

(5) 記録用の最初の画像と、画素ずらし終了後に元の位置に戻した画像とで相関演算を行うため、相関演算結果から得られた画像の相対ずれ量が手振れによる像振れ量に一致し、像振れ検出演算が簡易になる。

(6) 像振れ量に応じて、複数の画素ずらしモードから最適な画素ずらしモードを選択するため、手振れによる画素ずらし動作の失敗を確実に排除できる。

$$n_H = \text{INT}(\delta_H)$$

$$n_V = \text{INT}(\delta_V)$$

ただしINT()は()内の数値を四捨五入して整数化することを表わすにしたがって像振れ量 δ_H 、 δ_V を整数 n_H 、 n_V に変換する。ついで、前述の式(8)

$$i \leftarrow i + n_H$$

$$j \leftarrow j + n_V$$

にしたがって更新すると、像振れ相当分だけ像の相対位置が移動し、像振れを打ち消すことができる。

【0201】上記操作を画像信号組IM3及びIM4(計算上はIG3及びIG4)に対しても行う。この場合、像振れ計算のための相関演算は、すべて最初の画像信号組IM1を基準に行う方が良い。以上の操作を行った後、式(7)ないし(10)に従って画像合成を行え

(7) 選択された画素ずらしモードを表示するため、撮影者はどの程度の高精細画像が得られたかを把握することができる。という効果がある。

【0197】(第10の実施の形態)前記第8及び第9の実施の形態は画素ずらし用複数画像の相関演算から像振れを計算し、該像振れが所定値以上の時は画素ずらしを禁止する実施形態であった。以下に示す第10の実施の形態は、この像振れが所定値以上でも像振れ補正対策を施して画素ずらしを可能とする実施の形態を示す。

【0198】図37は第10の実施の形態の画素ずらし動作時の像移動軌跡、図38は相関演算結果説明図、図39はカメラの制御フローである。以下、図面を用いて第10の実施の形態の動作を説明する。図37において、撮像素子に対して像を破線の軌跡に従って水平方向に0.5画素間隔分だけ移動させる。しかし、手振れのために実際の像は実線の矢印のごとく、IM1→IM2のように移動するものとする。

【0199】図38は図37で取得した2組の像IM1とIM2の相関演算結果である。この図38より、 $STH_{\max} = -1.5$ 、 $STV_{\max} = 0$ 、 $\delta_H = 1$ 、 $\delta_V = 0$ 、 $CRH_{\max} = CRV_{\max} = 0.94$ であることが分かる。ここで、垂直方向の像振れ δ_V は0で問題無いが、水平方向の像振れ δ_H は1画素間隔分あるため、このまま画像合成を行うと、画素ずらしを実施しない原画像よりさらに精細度の低い画像が得られてしまう。しかしながら、2組の像同士の像振れ量が画素間隔の整数倍にほぼ等しい量であれば、片方の像を該整数分だけ像振れと反対の方向にずらして合成すれば、この像振れを打ち消すことができる。例えば、図37では第2の画像IM2は第1のIM1に対し、画素ずらしと手振れのために水平方向に1.5画素間隔分だけずれているが、画素ずらし後の画像合成時に第2の画像を予め1画素間隔分だけずらしてから合成すれば、手振れの影響が排除され、画素ずらし相当の0.5画素間隔分のずれのみが残る。

【0200】具体的には、まず

$$\dots\dots\dots (33)$$

$$\dots\dots\dots (34)$$

における画像信号組IG2(i, j)の画像信号i及びjを、

$$\dots\dots\dots (35)$$

$$\dots\dots\dots (36)$$

ば、画像信号組間に画像間隔以上の像振れが生じていても、画素ずらしによる画像の高精細化が実現できる。

【0202】この第10の実施の形態によるカメラのメインフローは図18に示した第8の実施の形態のメインフローと同一であり、ステップ(124)の画像合成サブルーチンのみが異なるので、図39に第10の実施の形態のサブルーチンを示す。まずステップ(561)で

は、画素ずらし回数カウンタCNTを0に初期化する。ステップ(562)では、前述の式(30)に従って第1及び第2の画像信号組の相関度を演算する。ステップ(563)では、上記相関演算結果から、最大相関シフト量 STH_{max} 、 STV_{max} を計算する。ステップ(564)では、相関度最大値 CRH_{max} 、 CRV_{max} を計算する。ステップ(565)では、像振れ量 δ_H 、 δ_V を計算する。ステップ(566)では、像振れ量 δ_H 、 δ_V を整数化する。

【0203】ステップ(567)では、像振れ量の大きさ判定を行い、像振れ量が所定値、例えば5画素間隔分より小さければ、ステップ(568)に進む。一方像振れ量が5画素間隔分以上あると、1組の画像蓄積中にも像振れが生じている可能性が大きいので、ステップ(575)へジャンプして像振れが大きいことを示す警告表示を表示部DISPに表示する。その後、ステップ(576)にてメインルーチンへリターンするため、画素ずらしによる画像の合成は行われず、メインルーチンの次のステップ(125)にて原画像が記録装置に記録される。

【0204】ステップ(567)よりステップ(568)に進むと、相関度最大値 CRH_{max} 、 CRV_{max} の大きさ判定を行い、相関度最大値が所定値、例えば0.5より大きければ、ステップ(569)に進む。一方、相関度最大値が低い場合は、相関演算から求めた像振れ量の信頼性が低いことを意味する。よって誤った像振れ結果に基づいて振れ補正を施して画像合成を行うと、かえって画質を低下させてしまう恐れがある。そこで相関度最大値が0.5以下の場合はステップ(575)にジャンプし、前述の場合と同様、ステップ(575)で警告表示を行い、ステップ(576)でリターンする。像振れ量が所定値以下で、かつ相関度最大値が所定値以上ならステップ(567)、ステップ(568)を経由してステップ(569)に進む。

【0205】ステップ(569)では、前述の式(35)(36)に従って像振れ補正を行う。ステップ(570)では、カウンタCNTに1を加えて更新する。ステップ(571)では、カウンタCNTと画素ずらし回数を表す所定値 N_{SF} との比較を行う。例えば $N_{SF}=4$ の場合、ステップ(562)ないしステップ(569)の演算は、第1と第2の画像信号組、第1と第3の画像信号組、第1と第4の画像信号組の間で合計3回行うことになる。従ってCNTが $N_{SF}-1$ に達していなければステップ(562)に戻ってステップ(562)ないしステップ(569)の演算を繰り返し実行する。CNTが $N_{SF}-1$ に達したら、ステップ(572)に進む。ステップ(572)では、図10で示した方法により画像合成を行う。ステップ(573)では、像振れ補正をした後に画素ずらしの画像合成を行ったことを示す表示を行う。そしてステップ(574)で図18のメインフロ

ーにリターンする。

【0206】上記第10の実施の形態によれば、前記第8の実施の形態の効果(1)(2)を有すると共に、

(8)複数画像間の像振れを検出及び補正して画素ずらしの画像合成を行うため、1画素間隔分以上の大きな像振れが生じた時も、画素ずらしによる画像の高精細化が可能である。

(9)複数画像間の相関度(一致度)の大小から、画素ずらしによる画像合成の実行可否を判断するため、画素ずらしの失敗による画質低下を防止できる。という効果がある。

【0207】(他の変形例)本発明は画素ずらし以外の目的で所定時間以内に複数の画像信号を取得し、これを合成する撮像装置についても利用できる。例えば撮像素子に異なる露光量を与えて複数の画像信号組を得、これを合成して広ダイナミックレンジ画像を得る撮像装置に適用すれば、手振れの影響を受けずに広ダイナミックレンジ画像を得ることができる。或いは異なる時刻において取得された同一のシーンの画像信号を合成し、多重露光効果を得る撮像装置に適用すれば、動きのある被写体が多重に写し込まれ、静止被写体は振れることなく再生される。

【0208】

【発明の効果】以上説明したように、第1の発明によれば、撮像光学系の形態如何に拘わらず、画素ずらし制御と手振れ補正制御が1つの可動光学部材にて正確に行われる撮像装置を提供できる。また、第2の発明によれば、ズーム光学系或いはフォーカシング光学系の状態に応じて最適な第1係数及び第2係数を用いて制御するため、光学状態が変化しても常に画素ずらし制御と手振れ補正制御を正確に行う撮像装置を提供できる。

【0209】第3の発明によれば、装置単体で画素ずらしによる高精細画像が得られる撮像装置を提供できる。このためCRTモニタやプリンタ装置等の外部装置で画像を出力表示する際に、画像合成機能を有する特殊な外部装置を必要とせず、取得した高精細画像を凡用の出力装置を用いて出力し鑑賞することができる。第4の発明によれば、撮像条件に応じて最適な画素ずらしモードを選択する撮像装置を提供でき、撮影者が煩雑な操作を行うことなく、高精細画像が得られる。

【0210】第5の発明によれば、撮像時の手振れによる画質劣化と画素ずらしによる高画質化を勘案し、最適な画素ずらしモードを選択する撮像装置を提供でき、撮影者が煩雑な操作を行うことなく、高精細画像が得られる。第6の発明によれば、撮影者の撮影意図に適した画素ずらしモードを選択する撮像装置が提供でき、撮影者が煩雑な操作を行うことなく、高精細画像が得られる。

【0211】第7の発明によれば、撮影者が設定した露出制御条件に適した画素ずらしモードを選択する撮像装置を提供でき、撮影者が煩雑な操作を行うことなく、高

精細画像が得られる。第8の発明によれば、手振れによる画質低下と画素ざらしによる高精細化のバランスが取れた画素ざらし回数を選択する撮像装置を提供でき、撮影者が煩雑な操作を行うことなく、高精細画像が得られる。

【0212】第9の発明によれば、手振れによる画質低下が画素ざらしによる高精細化を打ち消す場合、画素ざらしを禁止する撮像装置を提供でき、手振れによる悪影響を最小限に抑えられる。第10の発明によれば、手振れ検知手段が高周波域の振れを、動きベクトル検知手段が低周波域の振れを検知し、両信号の合成信号にて可動光学部材が駆動制御され、低域から高域までの手振れを正確に補正する撮像装置を提供できる。第11の発明によれば、ズーミング光学系或いはフォーカシング光学系の状態に応じて最適な第1係数及び第2係数を用いて制御するため、光学系の状態に拘わらず正確な手振れ補正ができる撮像装置を提供できる。

【0213】また、第12の発明によれば、画素ざらしにより画像の高精細化を図り、かつ被写体輝度分布に応じた複数画像間の露光レベル調節によってダイナミックレンジ拡大を図ることにより、低価格の素子を用いながら高品位の画像を得ることができる。第13の発明によれば、主従いずれの被写体に対しても適正な露光レベルを与え、幅広い輝度差を有する被写体においても高精細かつ広ダイナミックレンジの画像を得ることができる。

【0214】第14の発明によれば、画素ざらし操作によって得た複数組の画像信号において、主被写体と類推された被写体に対する画像情報が従被写体と類推された被写体に対する画像情報よりも多く得られ、画素ざらしによる主被写体の高精細化を図りながら従被写体の輝度情報も失うことのない広ダイナミックレンジ画像が得られる。第15の発明によれば、撮像条件に応じて画像の高精細化とダイナミックレンジ拡大の最適化がなされ、高品位の画像を得ることができる。

【0215】第16の発明によれば、手振れが生じててもその手振れの範囲内で画素ざらしによる高画質化と露光レベル調節によるダイナミックレンジ拡大の最適化をはかり、高品位の画像を得ることができる。第17の発明によれば、設定された撮影モードに応じて手振れの発生を予測し、撮影者の撮影意図に適した画像の高精細化及びダイナミックレンジ拡大の最適化をはかり、高品位の画像を得ることができる。

【0216】第18の発明によれば、撮像画面内の被写体輝度分布に応じて複数画像間の露光レベルを調節し、これを合成してダイナミックレンジ拡大を図ることにより、低価格で狭ダイナミックレンジの素子を用いながら広ダイナミックレンジの画像を得ることができる。第19の発明によれば、撮像画面内において主被写体と従被写体を認識し、いずれの被写体に対しても最適な露光量を与えることにより、撮像画面全体に渡って画像のダイ

ナミックレンジ拡大がなされる。

【0217】第20の発明によれば、主被写体と類推された被写体に対する画像情報が従被写体と類推された被写体に対する画像情報よりも多く得られ、主被写体がより高品位になる画像が得られる。第21の発明によれば、撮像条件に応じて最適な画像取得回数の選択と露光調節制御がなされ、ダイナミックレンジ拡大の最適化がなされる。

【0218】第22の発明によれば、手振れに応じてダイナミックレンジ拡大のための画像取得回数を調節することにより、手振れによる画質劣化を最小限に抑えながらダイナミックレンジ拡大を図ることができる。第23の発明によれば、設定された撮像条件から手振れの発生を予め予測し、画像のダイナミックレンジ拡大の際の手振れの影響を未然に防止することができる。

【0219】また、第24の発明によれば、画素ざらし用複数画像間の像振れに応じて画素ざらしの画像合成動作を制御するため、像振れが大きく画像合成を行うとこえって画質を低下させてしまう場合には画素ざらしを禁止する等して、手振れがないときは高精細画像を得、手振れがある時は手振れによる画素ざらしの弊害を防止する撮像装置を提供できる。第25の発明によれば、画素ざらしのために取得した各画像間で振れを検知して画素ざらし動作を制御するため、画像取得中の微細な振れも検知でき、手振れによる画素ざらしの失敗を正確に排除できる撮像装置を提供できる。

【0220】第26の発明によれば、画素ざらし開始時と終了時に取得した2組の画像間で振れを検知して画素ざらし動作を制御するため、振れ検知計算が簡略化され、手振れによる画素ざらしの失敗を正確に排除できる撮像装置を提供できる。第27の発明によれば、大きな振れが発生した場合には画素ざらしを禁止して、手振れによる画素ざらしの弊害を防止する撮像装置を提供できる。また、第28の発明によれば、振れ量に応じて最適な画素ざらし及び画像合成動作を行うため、振れの影響を最小限に抑え、かつ画素ざらしで高詳細な画像を得る撮像装置を提供できる。

【0221】第29の発明によれば、像振れの影響で正規の画素ざらしが実行できたか否かを撮影者に報知するため、撮影者は望みどおりの画像が得られたか否かを把握でき、もし意図した画像が得られないと判った時には再撮像等の対策を施すことができる。第30の発明によれば、手振れを光学的或いは機械的に抑制したうえで、複数画像間になお残った残存振れを画像処理的に補正してから画素ざらしによる画像の合成を行うため、従来なら振れによって画素ざらしができない撮像条件下でも、画素ざらしを実行して高精細な画像を得る撮像装置を提供できる。

【0222】第31の発明によれば、複数画像間の像振れを補正してから画素ざらしによる画像の合成を行うた

め、手振れ補正手段を用いても大きな残存振れが生じる撮像条件下でも、画素ずらしを実行して高精細な画像を得る撮像装置を提供できる。第32の発明によれば、互いに異なる画像情報を有した複数画像を合成して多量の情報を有した高品質画像を得る場合、手振れを光学的或いは機械的に抑制し、かつ合成前の画像の相対関係を確認してから画像合成を行うため、誤った画像合成が行われることなく、高品質な画像を得る撮像装置を提供できる。

【0223】第33の発明によれば、互いに異なる画像情報を有した複数画像を合成して多量の情報を有した高品質画像を得る場合、手振れを光学的或いは機械的に抑制し、かつ合成前の画像の像振れを検出してから画像合成を行うため、誤った画像合成が行われることなく、高品質な画像を得る撮像装置を提供できる。第34の発明によれば、互いに異なる画像情報を有した複数画像を合成して多量の情報を有した高品質画像を得る場合、手振れを光学的或いは機械的に抑制し、かつ合成前の画像の一致度を確認してから画像合成を行うため、誤った画像合成が行われることなく高品質な画像を得る撮像装置を提供できる。

【0224】第35の発明によれば、互いに異なる画像情報を有した複数画像を合成して多量の情報を有した高品質画像を得る場合、複数画像間の相対関係の検出結果から高品質画像が得られるか否かを撮影者に報知し、得られない時は再撮像等の対策を促すことができる。第36の発明によれば、互いに異なる画像情報を有した複数画像を合成して多量の情報を有した高品質画像を得る場合、複数画像間の像振れ検出結果から高品質画像が得られるか否かを撮影者に報知し、得られない時は再撮像等の対策を促すことができる。

【0225】第37の発明によれば、互いに異なる画像情報を有した複数画像を合成して多量の情報を有した高品質画像を得る場合、複数画像間の一致度検出結果からなる高品質画像が得られるか否かを撮影者に報知し、得られない時は再撮像等の対策を促すことができる。第38の発明によれば、互いに異なる画像情報を有した複数画像を合成して多量の情報を有した高品質画像を得る画像合成制御方式を複数種類有し、複数画像間の相対関係に基づいて該複数方式の中から所定方式を選択的に用いるため、誤った画像合成による画質低下を防止し、高品質な画像を得る画像合成装置を提供できる。

【0226】第39の発明によれば、互いに異なる画像情報を有した複数画像を合成して多量の情報を有した高品質画像を得る画像合成制御方式を複数種類有し、複数画像間の像振れ検出結果に基づいて該複数方式の中から所定方式を選択的に用いるため、誤った画像合成による画質低下を防止し、高品質な画像を得る画像合成装置を提供できる。第40の発明によれば、互いに異なる画像情報を有した複数画像を合成して多量の情報を有した高

品質画像を得る画像合成制御方式を複数種類有し、複数画像間の一致度検出結果に基づいて該複数方式の中から所定方式を選択的に用いるため、誤った画像合成による画質低下を防止し、高品質な画像を得る画像合成装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る撮像装置の構成図である。

【図2】本発明に用いられる結像光学系の構成図である。

【図3】本発明に用いられる結像光学系の光束偏向作用を説明する構成図である。

【図4】本発明の画素ずらし原理を説明する構成図である。

【図5】本発明の主要部の制御ブロック図である。

【図6】本発明の第1の実施の形態のカメラの制御フローチャートである。

【図7】本発明の第1、5、8の実施の形態のレンズの制御フローチャートである。

【図8】本発明の第1、8の実施の形態の制御のタイミングチャートである。

【図9】本発明の第1、5の実施の形態の画素ずらし方法を説明する構成図である。

【図10】本発明の第1、5の実施の形態の画像合成方法を説明する構成図である。

【図11】本発明の第2の実施の形態のカメラの制御フローチャートである。

【図12】本発明の第2の実施の形態の画素ずらし方法を説明する構成図である。

【図13】本発明の第2の実施の形態の画像合成方法を説明する構成図である。

【図14】本発明の第3の実施の形態のカメラの制御フローチャートである。

【図15】本発明の第4の実施の形態の制御ブロック図である。

【図16】本発明の第4の実施の形態のカメラの制御フローチャートである。

【図17】本発明の第4の実施の形態のレンズの制御フローチャートである。

【図18】本発明の第5、8の実施の形態のカメラの制御フローチャートである。

【図19】本発明の第5の実施の形態の露光量調節制御フローチャートである。

【図20】撮像素子の特性曲線を説明する特性図である。

【図21】本発明の第5の実施の形態の被写体分割を説明する構成図である。

【図22】本発明の第5の実施の形態の制御のタイミングチャートである。

【図23】本発明の第5の実施の形態のダイナミックレンジ拡大方法を説明する構成図である。

【図24】本発明の第6の実施の形態におけるカメラの制御フローの一部を示すフローチャートである。

【図25】本発明の第7の実施の形態におけるカメラの制御フローの一部を示すフローチャートである。

【図26】本発明の第8の実施の形態の相関演算を説明する特性図である。

【図27】本発明の第8の実施の形態の相関演算を説明する特性図である。

【図28】本発明の第8の実施の形態の相関度を説明する特性図である。

【図29】本発明の第8の実施の形態における振れがない時の画像軌跡を説明する構成図である。

【図30】本発明の第8の実施の形態における振れがない時の相関度を説明する特性図である。

【図31】本発明の第8の実施の形態における振れがある時の画像軌跡を説明する構成図である。

【図32】本発明の第8の実施の形態における振れがある時の相関度を説明する特性図である。

【図33】本発明の第8の実施の形態のカメラのサブルーチン制御フローチャートである。

【図34】本発明の第9の実施の形態における振れがある時の画像軌跡を説明する構成図である。

【図35】本発明の第9の実施の形態のカメラのメイン制御フローチャートである。

【図36】本発明の第9の実施の形態のカメラのサブルーチン制御フローチャートである。

【図37】本発明の第10の実施の形態における振れがある時の画像軌跡を説明する構成図である。

【図38】本発明の第10の実施の形態における振れがある時の相関度を説明する特性図である。

【図39】本発明の第10の実施の形態のカメラのサブルーチン制御フローチャートである。

【符号の説明】

CMR カメラ本体

CCPU カメラ内マイコン

IMS 撮像素子

MEM メモリ

DISP 表示部

CNC コネクタ

SWMOD 撮影モード選択スイッチ

LNS レンズ

LCPU レンズ内マイコン

L2 第2レンズ群（振れ補正レンズ群）

ZENC ズームエンコーダ

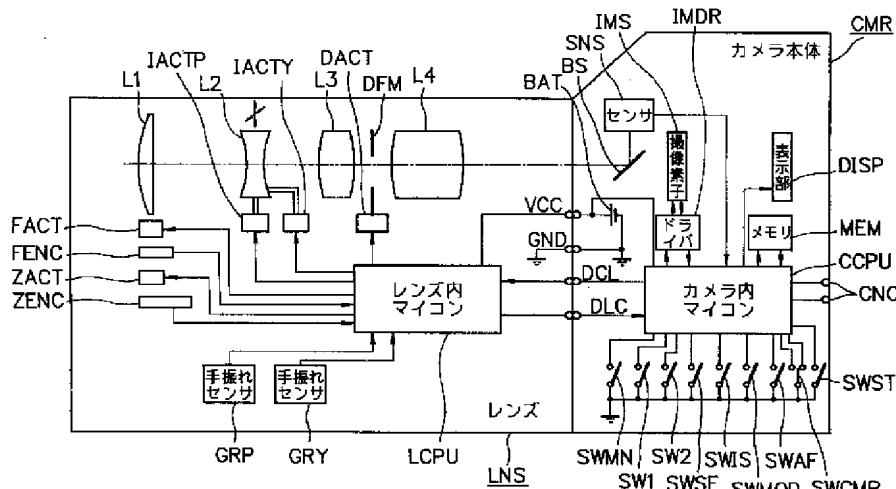
FENC フォーカスエンコーダ

GRP、GRY 手振れセンサ

IACTP、IACTY 振れ補正アクチュエータ

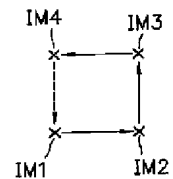
SNS 測光・焦点検知センサ

【図1】

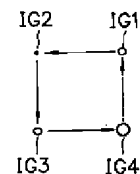


【図9】

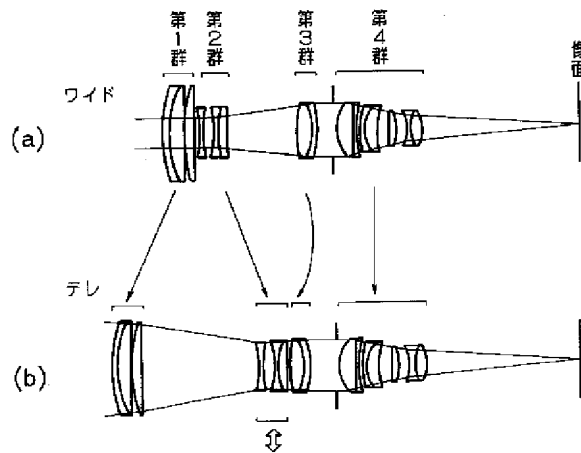
(a) 画像の移動



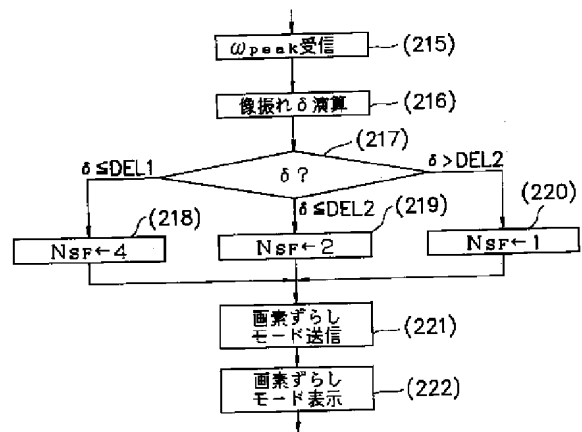
(b) 撮像素子の移動



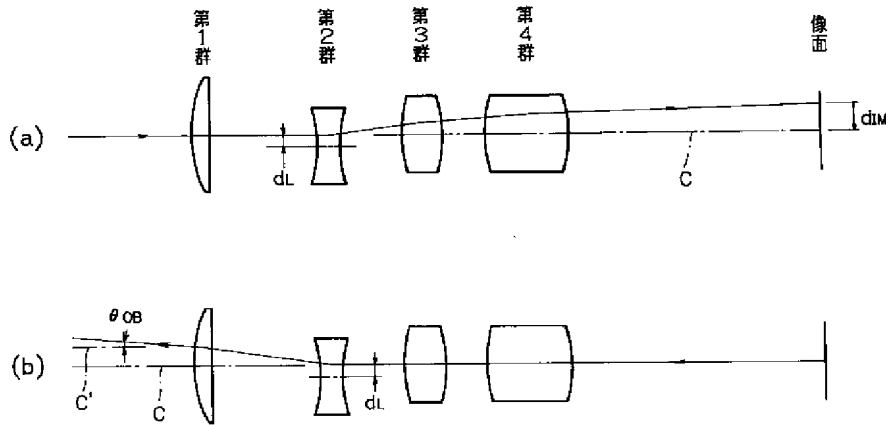
【図2】



【図11】

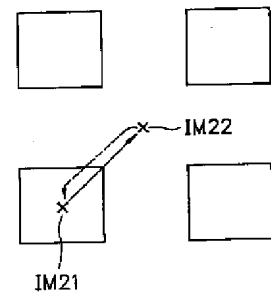


【図3】

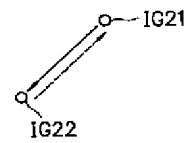


【図12】

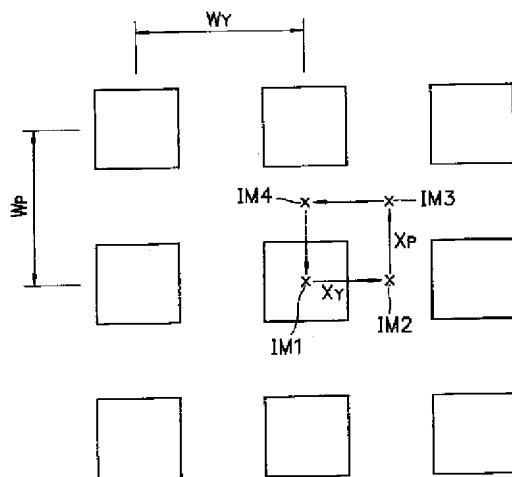
(a) 画像の移動



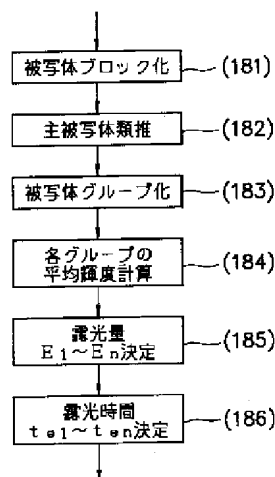
(b) 撮像素子の移動



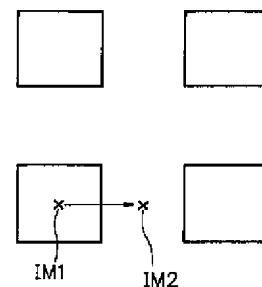
【図4】



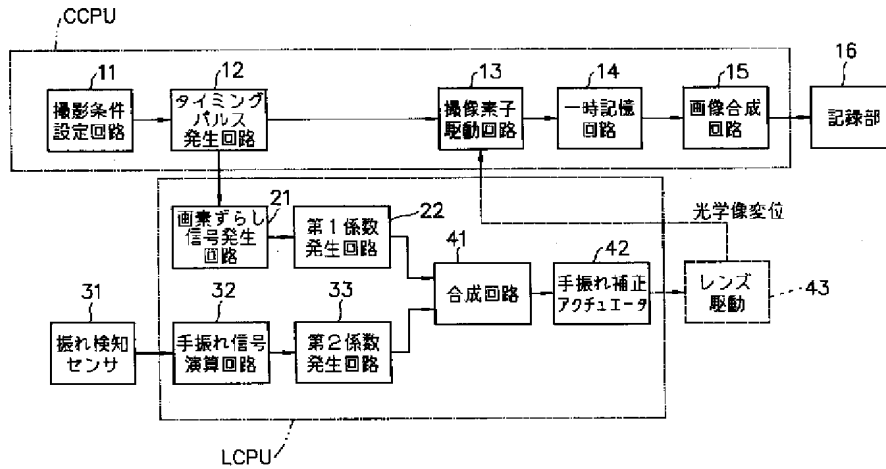
【図19】



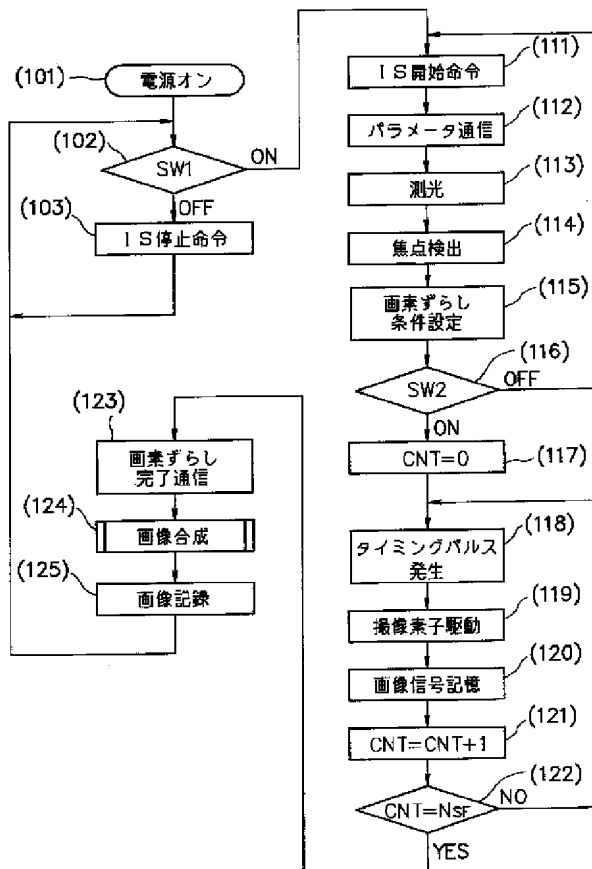
【図29】



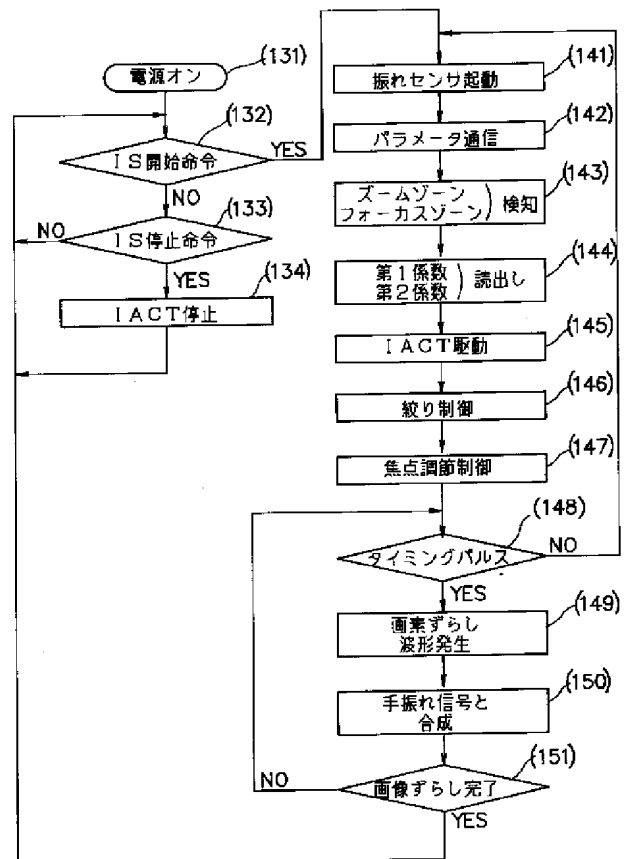
【図5】



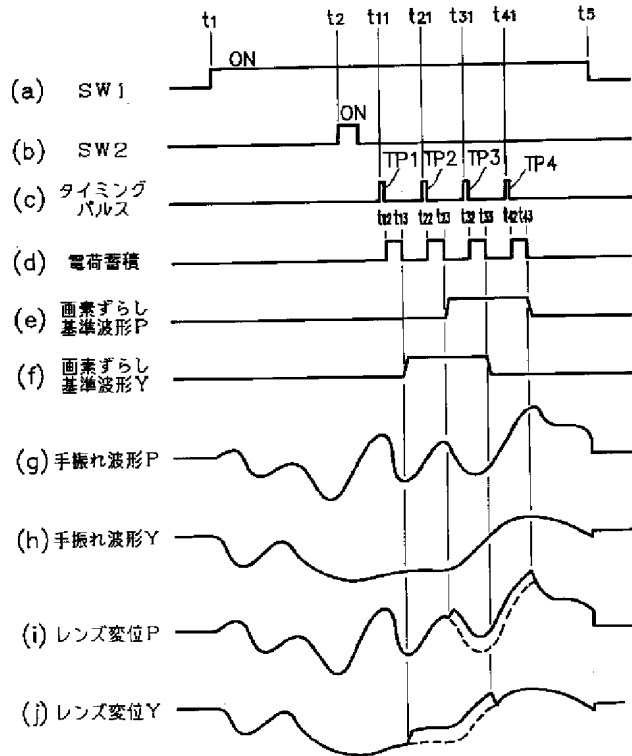
【図6】



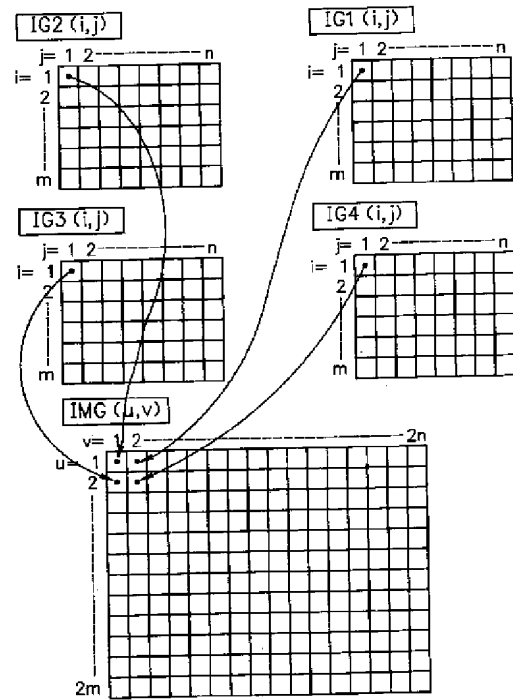
【図7】



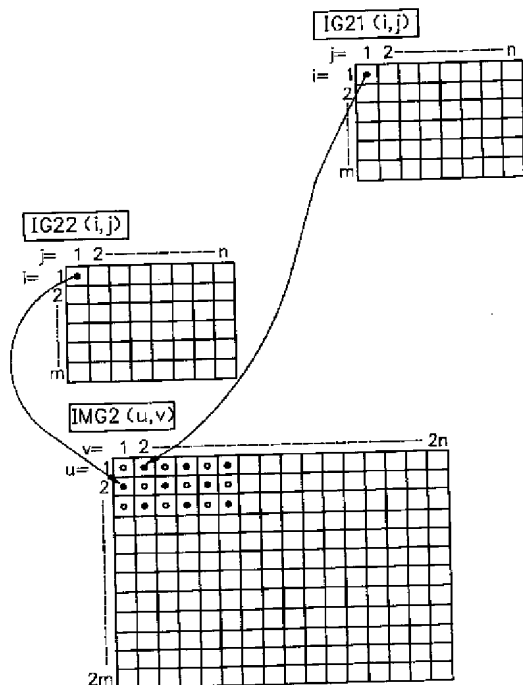
【図8】



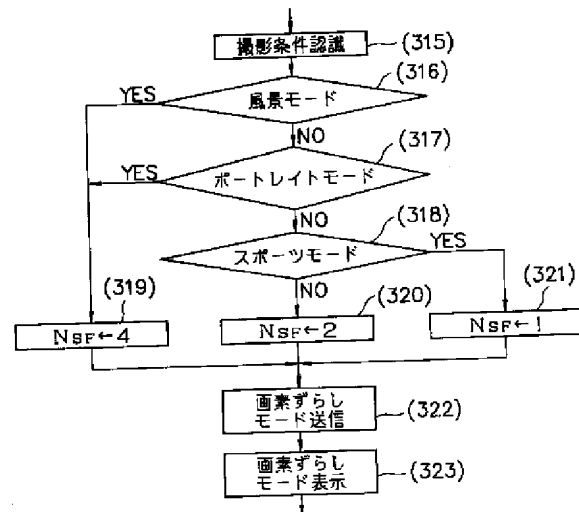
【図10】



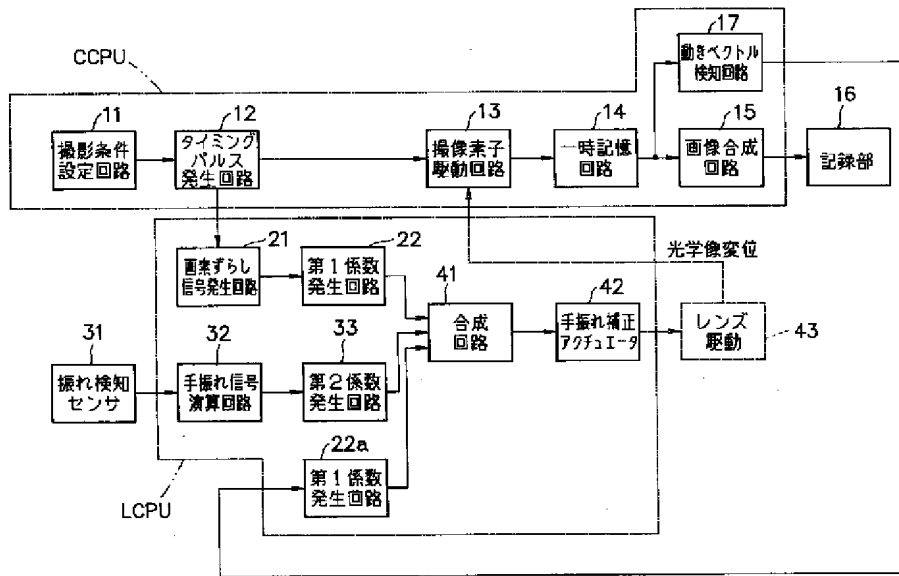
【図13】



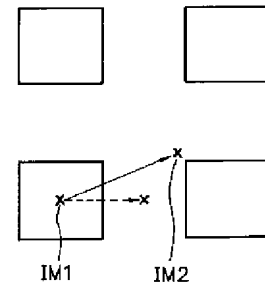
【図14】



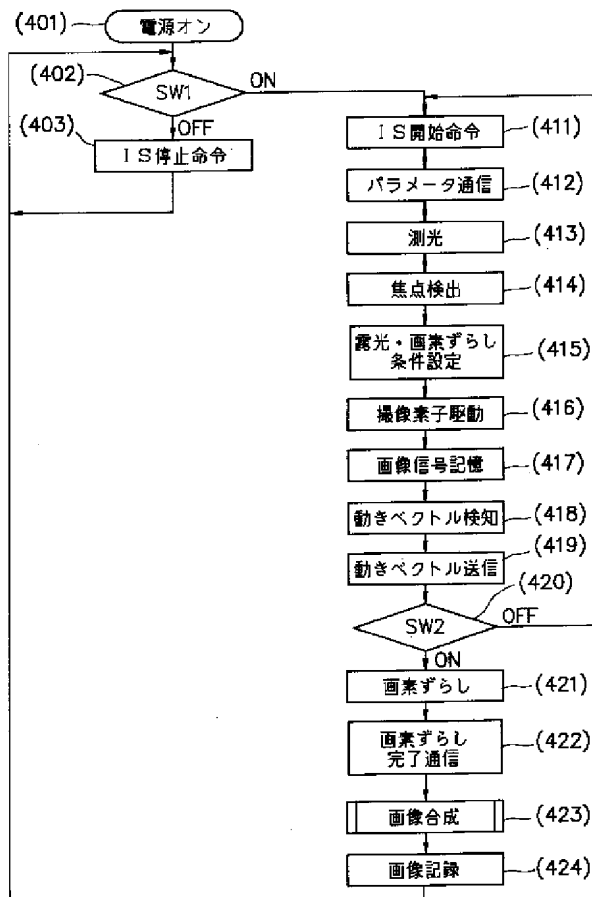
【図15】



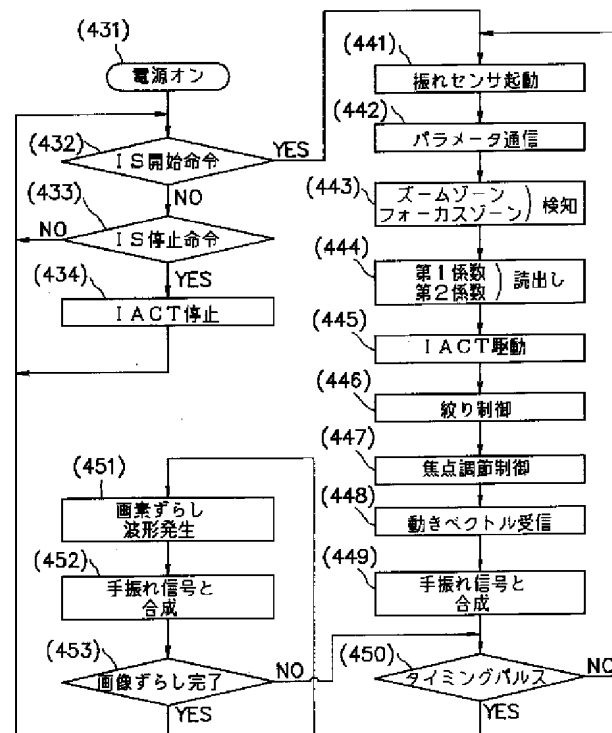
【図31】



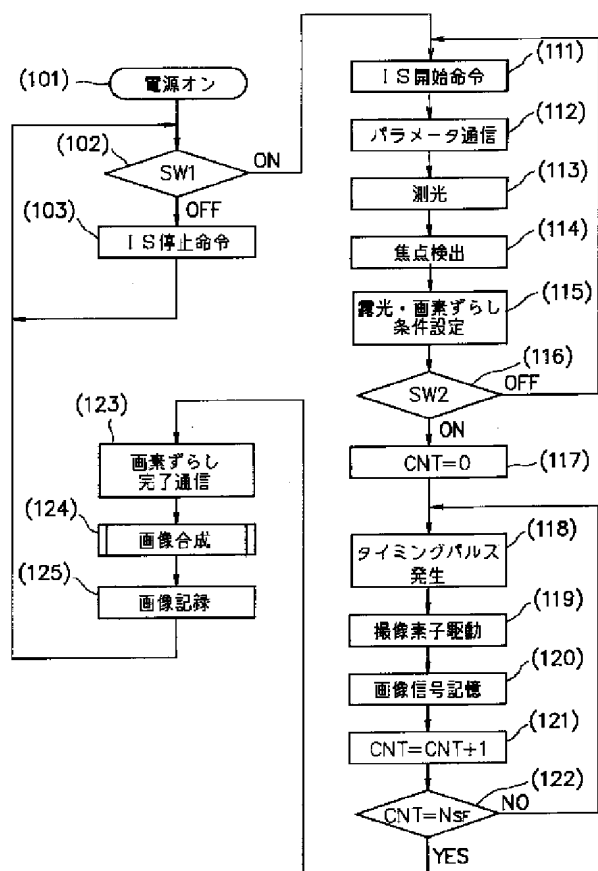
【図16】



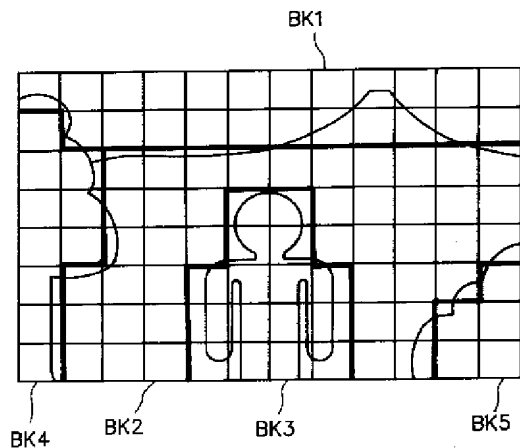
【図17】



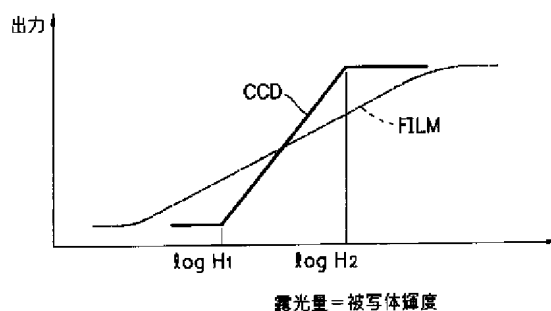
【図18】



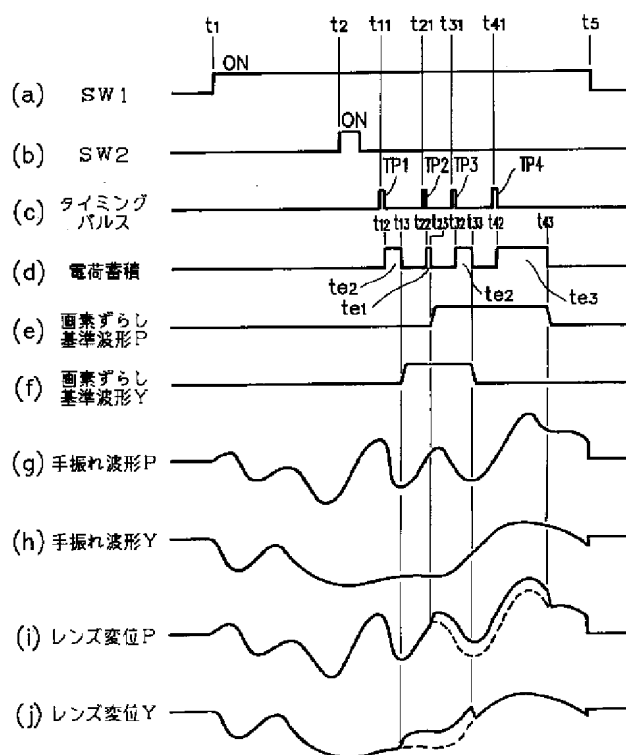
【図21】



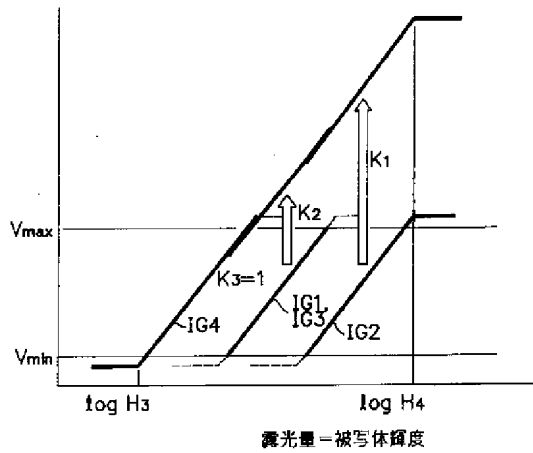
【図20】



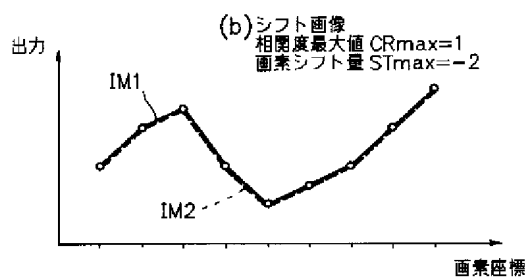
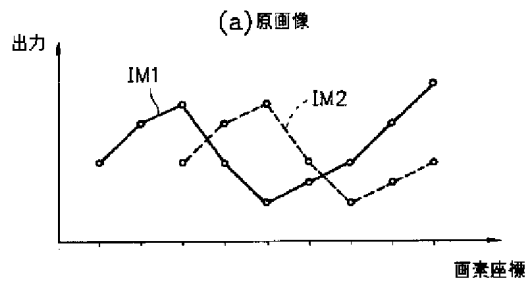
【図22】



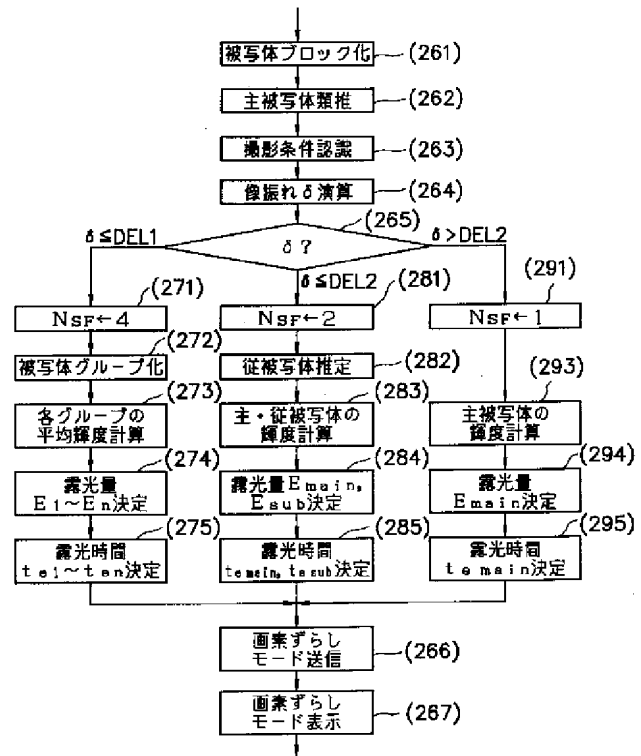
【図23】



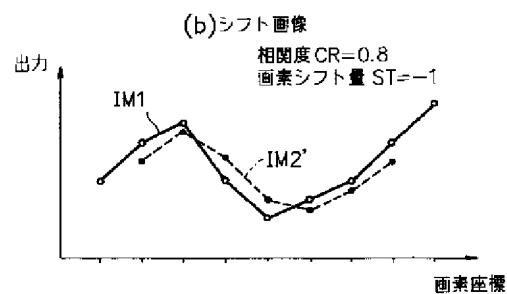
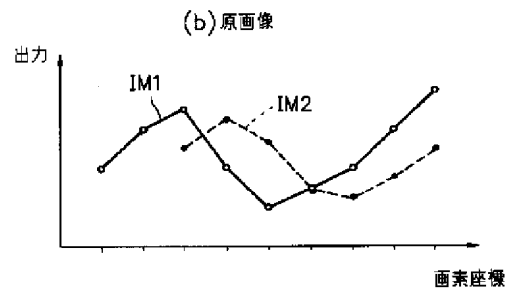
【図26】



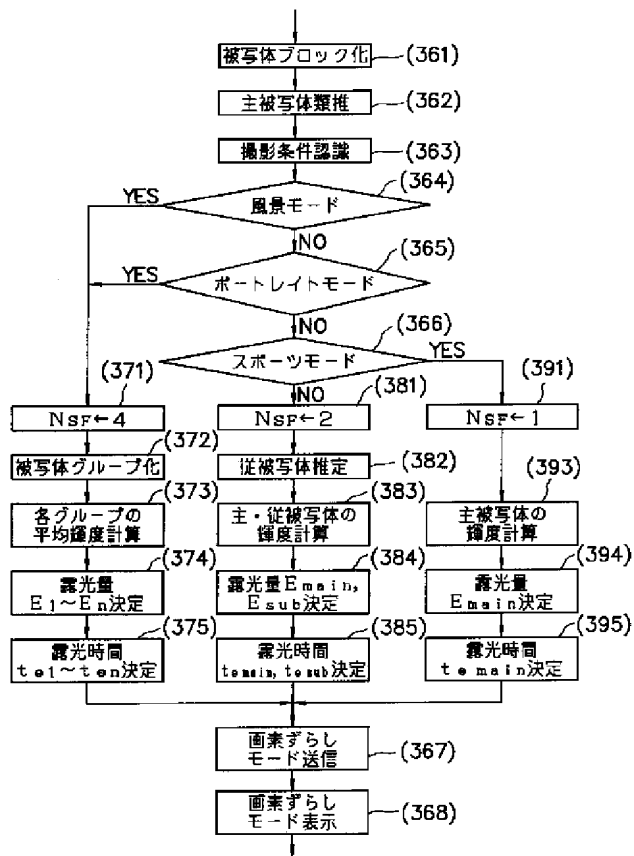
【図24】



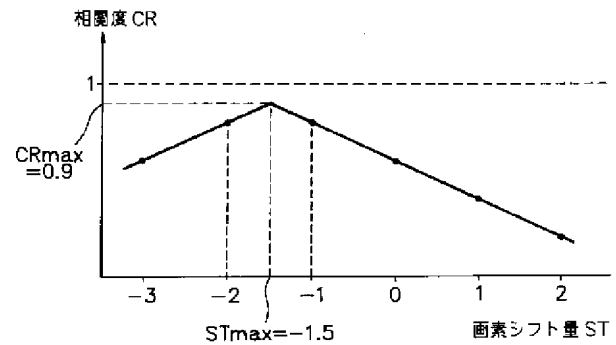
【図27】



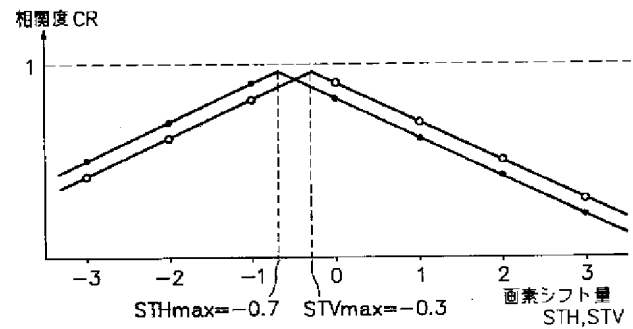
【図25】



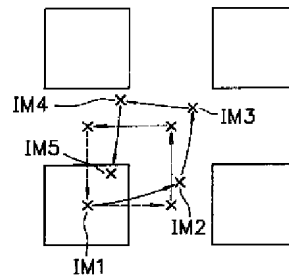
【図28】



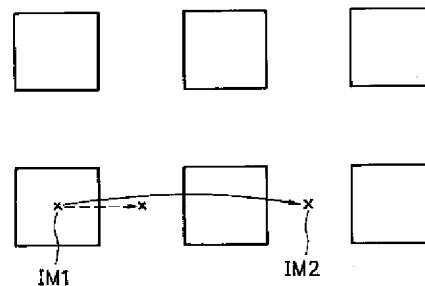
【図32】



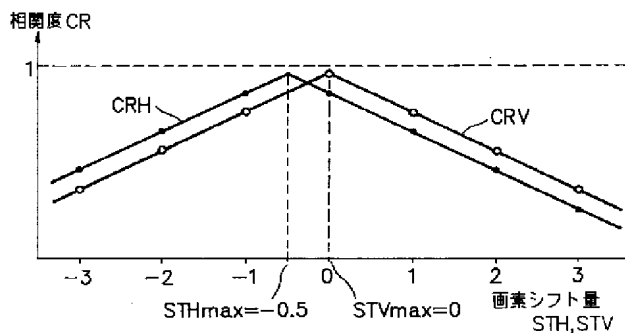
【図34】



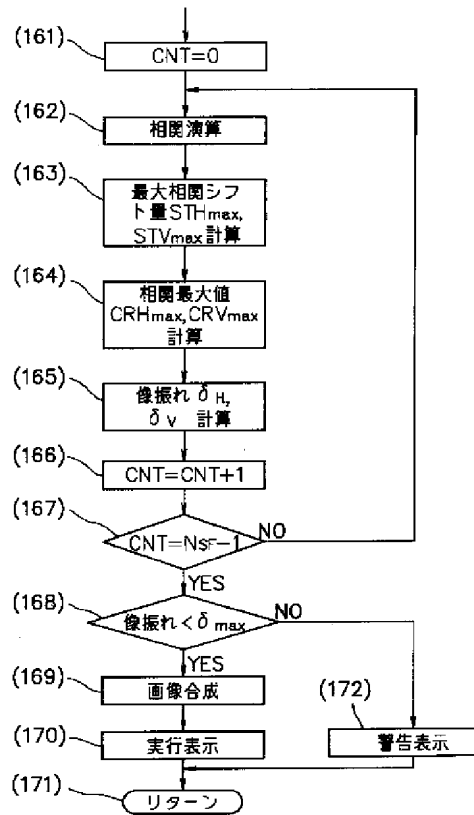
【図37】



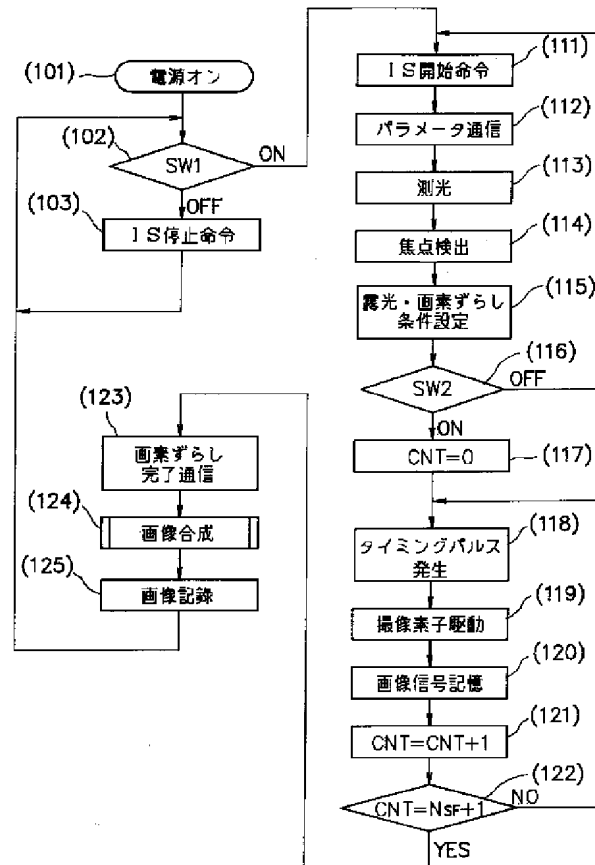
【図30】



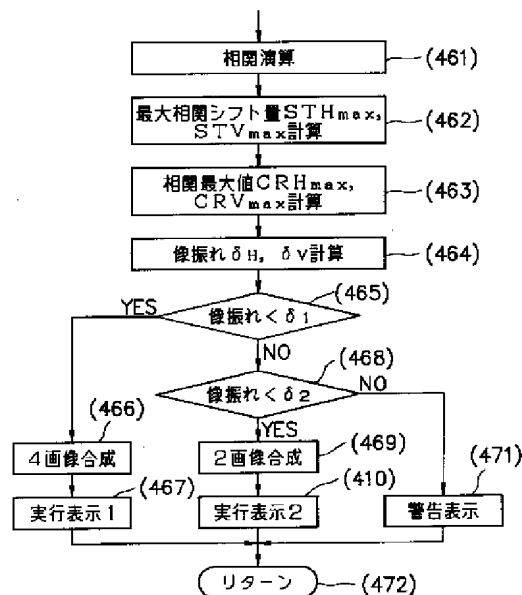
【図33】



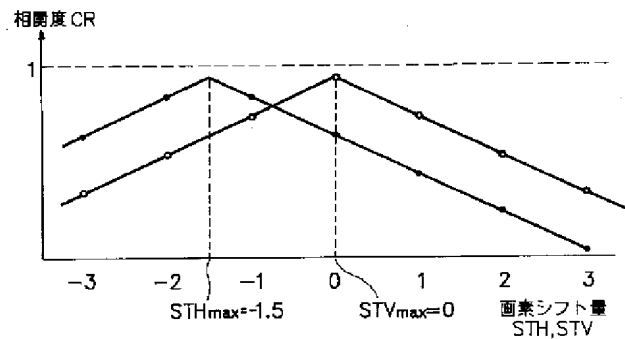
【図35】



【図36】



【図38】



【図39】

